

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Ingenieras Ambientales**

**TEMA:
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO
AMBIENTAL EN LA CANTERA ESTANCIA 1 - CANTÓN MEJÍA,
MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA ESPACIAL (DRONE), INCLUYENDO
EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL PÉTREO**

**AUTORAS:
ESTEFANY ALEJANDRA LÓPEZ GUAIGUA**

ROSA VALERIA TONATO JARRÍN

**TUTOR:
CÉSAR IVÁN ÁLVAREZ MENDOZA**

Quito, febrero del 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras Estefany Alejandra López Guaigua con documento de identificación N° 1724741028 y Rosa Valeria Tonato Jarrín con documento de identificación N° 1723288567, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación intitulado: “Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental en la Cantera Estancia 1 - Cantón Mejía, mediante el uso de tecnología espacial (drone), incluyendo el cálculo de volumen de producción de material pétreo”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieras Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Nombre: Alejandra López
Cédula: 1724741028



.....
Nombre: Rosa Tonato
Cédula: 1723288567

Quito, febrero del 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental en la Cantera Estancia 1 - Cantón Mejía, mediante el uso de tecnología espacial (drone), incluyendo el cálculo de volumen de producción de material pétreo realizado por Estefany Alejandra López Guaigua y Rosa Valeria Tonato Jarrín obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero del 2019



César Iván Álvarez Mendoza
CI: 1720100922

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a DIOS, quien con su amor me supo guiar durante todos estos años y permitirme llegar hasta este momento muy importante de mi vida profesional, dándome salud y fuerza en los momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres Fredy y Marisol, por su amor, sacrificio, y dedicación, me ayudaron a culminar mi carrera Universitaria, pues ustedes son los pilares más importantes de mi vida, por estar presentes en cada derrota y triunfo, por confiar en mí y nunca abandonarme.

A mi hermana Brenda que es el motor que me ayudó a culminar una meta más, por su cariño, y ser la mejor compañía.

A mis abuelitos Luis y Mariana que con sus consejos y oraciones hicieron de mí la persona que ahora soy, y por darme su infinito amor en cada momento.

A mi familia FUG que supieron ser mi apoyo en cada situación y estar dispuestos a escucharme.

A mis amigos Rosa, Erika, Geovana, Adriana por todo el apoyo incondicional que me brindaron en todo el transcurso de mi carrera y de igual manera a esa persona especial de mi vida.

Alejandra López

Dedico este logro a Dios por permitirme llegar hasta el final superando obstáculos presentes durante toda la etapa universitaria.

A mis Padres Patricio y Gabriela que son el motor principal de mi vida que siempre estuvieron guiándome con sus consejos ante cualquier adversidad, brindándome su cariño, paciencia y afecto permitieron que logremos juntos terminar una meta más en mi vida.

A mis hermanos Kenneth, Anahí y Justin que con su apoyo incondicional en toda circunstancia fueron de gran ayuda a lo largo de este gran sueño cumplido.

A mis abuelitos que con su sabiduría y cariño fueron una guía para seguir cada día luchando en el gran recorrido por la Universidad.

Es grato también encontrarse con personas que se alegran de tus triunfos a ustedes amigos Alejandra, Geovanna, Erika, Valeria, Nadya, Gabriela, Fernanda, Adriana gracias por todo el apoyo brindado.

Rosa Tonato

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por cada uno de los momentos que nos permitió compartir con nuestra familia y amigos durante toda esta etapa Universitaria llenándonos de fortaleza y perseverancia ante los obstáculos presentados.

A la Universidad Politécnica Salesiana Carrera de Ingeniería Ambiental por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera.

A nuestro tutor Ing. César Álvarez por la paciencia y los conocimientos enseñados para culminar con éxito el trabajo experimental.

Al Sr. Mario Serrano Titular Minero de la Cantera Estancia 1 por brindarnos la apertura, confianza y acceso a las instalaciones para desarrollar el trabajo de campo en la Cantera.

Alejandra y Rosa

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Marco legal e institucional	4
3.2 Ubicación	8
3.3 Evaluación de Impacto Ambiental.....	10
3.3.1 Matriz de Leopold.....	10
3.3.2 Impacto Ambiental	14
3.3.3 Plan de Manejo Ambiental	14
3.4 Información geoespacial	16
3.4.1 Modelo digital de terreno	16
3.4.2 Ortofoto	16
3.4.3 Plan de vuelo.....	16
3.4.4 Nube de puntos	16
3.4.5 Drone	16
3.4.6 Pix4D	17
4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Muestra	19
4.2 Técnicas:	19
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1 Modelo digital de elevación	22
5.2 Ortofoto.....	23
5.3 Plan de vuelo	24
5.4 Cálculo de volumen	25
5.5 PRIMER VUELO.....	26

5.6 SEGUNDO VUELO.....	30
5.7 TERCER VUELO	32
5.8 CUARTO VUELO	34
5.9 Identificación de impactos ambientales	36
5.10 Valoración de Impactos Ambientales	40
5.11 Análisis de la matriz de impactos	42
5.12 Análisis Ambiental:	44
5.13 Planes de manejo ambiental	48
5.13.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	48
5.13.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS	54
5.13.3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL.....	59
5.13.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS	62
5.13.5 PLAN DE CONTINGENCIA.....	64
5.13.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	68
5.13.7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	72
5.13.8 PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS	75
5.13.9 PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	78
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1 Conclusiones	82
6.2 Recomendaciones.....	83
7 BIBLIOGRAFÍA	84
8 ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Detalle de Coordenadas UTM Cantera Estancia 1	10
Tabla 2.- Criterios de valoración	12
Tabla 3.- Ejemplo Matriz de Leopold	13
Tabla 4.- Estructura Plan de Manejo Ambiental	15
Tabla 5.- Puntos de control y referencia	27
Tabla 6.- Cálculo de volumen vuelo 1	29
Tabla 7.- Cálculo de volumen vuelo 2	30
Tabla 8.- Cálculo de volumen vuelo 3	32
Tabla 9.- Cálculo de volumen vuelo 4	34
Tabla 10.- Matriz de identificación de Impactos	38
Tabla 11.- Matriz de Leopold	41
Tabla 12.- Valoración de las actividades de la Cantera Estancia 1	42
Tabla 13.- Valoración de los factores ambientales de la Cantera Estancia 1	43
Tabla 14.- Escala Internacional para determinar la valoración de los impactos ambientales	44
Tabla 15.- Valoración de impactos en porcentaje por etapas	45
Tabla 16.- Valoración de impactos en porcentaje por factores	47
Tabla 17.- Plan de prevención y mitigación de impactos	53
Tabla 18.- Clasificación de desechos sólidos	54
Tabla 19.- Plan de manejo de desechos	58
Tabla 20.- Plan de comunicación, capacitación, educación ambiental	61
Tabla 21.- Plan de relaciones comunitarias	63
Tabla 22.- Plan de contingencia	67
Tabla 23.- Plan de seguridad y salud ocupacional	71
Tabla 24.- Plan de seguimiento y monitoreo	74
Tabla 25.- Plan de rehabilitación de las áreas afectadas	77
Tabla 26.- Plan de abandono y entrega del área	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de la Cantera Estancia 1	9
Figura 2.- Drone PHANTON 4PRO	17
Figura 3.- Programa Pix4D	18
Figura 4.- Procesamiento de fotos en el programa Pix 4D.....	20
Figura 5.- Modelo digital de elevación de la Cantera Estancia 1	23
Figura 6.- Ortofoto Cantera Estancia 1	24
Figura 7.- Plan de vuelo	25
Figura 8.- Área a calcular de cada material obtenido	26
Figura 9.- Ortofoto Cantera Estancia 1	27
Figura 10.- Volúmenes del vuelo 1.....	28
Figura 11.- Volúmenes del vuelo 2.....	31
Figura 12.- Volúmenes del vuelo 3.....	33
Figura 13.- Volúmenes del vuelo 4.....	35
Figura 14.-Ubicación zonas de producción de ruido y polvo.....	52
Figura 15.- Ubicación zonas de almacenamiento	57
Figura 16.- Ubicación de señalética y zona segura.....	66
Figura 17.- Ubicación de zonas de riesgo laboral.....	70
Figura 18.- Ubicación puntos de monitoreo ruido y polvo	73
Figura 19.- Ubicación zona de reforestación.....	76
Figura 20.- Desmonte de la maquinaria	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.- Ubicación de Zarandas.....	88
Anexo B.- Punto de Control.....	88
Anexo C.- Taludes de la Cantera.....	88
Anexo D.- Equipo RTK	88
Anexo E.- Puntos de referencia.....	89
Anexo F.- Zaranda Cantera.....	89
Anexo G.- Almacenamiento material pétreo.....	89
Anexo H.- Vías de acceso.....	89

RESUMEN

El estudio se realiza con el objetivo de dar a conocer el uso de tecnología espacial (drone) como una herramienta adicional, para la obtención de resultados precisos en los cálculos correspondientes, que pueden ser utilizados como base para estudios posteriores de la Cantera o cualquier área de la Industria Minera.

El desarrollo del trabajo es realizado en la Cantera Estancia 1 ubicado en el Cantón Mejía, en la Parroquia de Cutuglagua; lugar donde se produce la extracción de material pétreo como: arena, polvo, ripio y piedra.

Se basa en el cálculo de volumen del material pétreo, identificación de impactos, generación de matrices de impacto ambiental y planes de manejo ambiental.

Para el cálculo de volumen producido en la Cantera, se usa la tecnología espacial (drone) obteniendo las fotografías del área de estudio que permitieron la generación de ortofotos por el programa Pix 4D y de esta manera identificar los impactos que son producidos durante el desarrollo de las actividades en la Cantera, la evaluación de impacto ambiental que incluye la generación de matrices de impacto, valoración de impactos ambientales y finalmente la creación de planes de manejo ambiental.

Para finalizar se mencionan algunas conclusiones y recomendaciones que pueden ser tomados en consideración para el desarrollo de las actividades con el objetivo de cumplir las leyes establecidas.

ABSTRACT

The study is carried out with the objective of publicizing the use of space technology (drone) as an additional tool, to obtain accurate results in the corresponding calculations, which can be used as a basis for further studies of the Quarry or any other area of the Mining Industry.

The development of the work is carried out in the Cantera Estancia 1 located in the Cantón Mejía, in the Parish of Cutuglagua; where the extraction of stony material such as sand, dust, gravel and stone occurs.

It is based on the calculation of the volume of stone material, identification of impacts, generation of environmental impact matrices and environmental management plans.

For the calculation of volume produced in the Quarry, the spatial technology (drone) is used, obtaining the photographs of the study area that allowed the generation of orthophotos by the Pix 4D program and in this way identify the impacts that are produced during the development of the activities in the Cantera, the environmental impact assessment that includes the generation of impact matrices, assessment of environmental impacts and finally the creation of environmental management plans.

Finally, some conclusions and recommendations are mentioned that can be taken into consideration for the development of the activities in order to comply with the established laws.

1 INTRODUCCIÓN

En las diferentes industrias mineras el cálculo de producción del material pétreo en las reservas mineras explotables debe ser tomado en cuenta durante todas las etapas del proceso, con el fin de lograr una productividad efectiva además de la creación de planes de manejo ambiental que guían al promotor del proyecto a realizar las actividades respectivas sin ningún tipo de afectación al ambiente.

A través de los últimos años han surgido nuevos avances tecnológicos (drone); el cual permite una mejor visualización de todos los trabajos que se desarrollan en las fases de una Cantera: exploración, producción, planeación, desarrollo y cierre de operaciones. (Meza, 2017)

A partir del año 2010 es cuando los periodistas comienzan a utilizar el drone para la captura de imágenes y búsqueda de información; siendo de esta forma los primeros profesionales en utilizar la nueva tecnología y que en la actualidad se usa para diferentes actividades por ejemplo en las canteras: para identificar zonas de riesgo, de evacuación, visualizar mediante una ortofoto el estado actual y el cálculo de volumen del material producido. (Izquierdo & Mesa, 2015)

El trabajo de investigación se enfoca en el uso de tecnología espacial como los vehículos aéreos no tripulados (drone) siendo una herramienta de gran utilidad para el cálculo de volumen de material pétreo producido en una Cantera, generación de ortofotos mediante el programa Pix 4D y la obtención de resultados para visualizar mediante el Plan de Manejo Ambiental las acciones que se deben realizar para mitigación y prevención en las actividades desarrolladas en la Cantera Estancia 1.

Para la recolección, procesamiento y presentación de resultados se utilizaron varios programas Drone Deploy, Dji go4, Pix 4D y Arcgis (Sistema de información geográfica).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar una Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental en la Cantera Estancia 1 mediante el uso de tecnología espacial (drone) para el cálculo de volumen de producción del material pétreo de la misma.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el alcance del plan de manejo ambiental en una cantera considerando la normativa municipal.
- Establecer los diferentes programas dentro de un plan de manejo ambiental para una Cantera.
- Calcular los volúmenes de extracción de material pétreo mediante drone.
- Generar el plan de manejo ambiental.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Marco legal e institucional

Constitución de la República del Ecuador

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art.396)

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art.409)

Código Orgánico Ambiental (COA)

Art. 173.- De las obligaciones del operador: El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad. (Código Orgánico Ambiental, 2017, art.173)

Art. 181.- De los planes de manejo ambiental: El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que

comprende varios subplanes, en función de las características del proyecto, obra o actividad. (Código Orgánico Ambiental, 2017, art.181)

Ley de Minería

Art. 68.- Seguridad e higiene minera-industrial: Los titulares de derechos mineros tienen la obligación de preservar la salud mental y física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, dotándoles de servicios de salud y atención permanente, además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la Agencia de Regulación y Control Minero y el Ministerio de Trabajo y Empleo. (Ley de Minería, 2009, art.68)

Art. 80.- Revegetación y Reforestación: Si la actividad minera requiere de trabajos que obliguen al retiro de la capa vegetal y la tala de árboles, será obligación del titular del derecho minero proceder a la revegetación y reforestación de dicha zona preferentemente con especies nativas, conforme lo establecido en la normativa ambiental y al plan de manejo ambiental. (Ley de Minería, 2009, art.80)

Ordenanza Municipal del Cantón Mejía

Art. 3.- Ejercicio de la competencia: El GAD Municipal del Cantón Mejía en ejercicio de su autonomía asume la competencia de regular, autorizar y

controlar la explotación de áridos y pétreos, en forma inmediata y directa.

(Ordenanza Municipal del Cantón Mejía, 2014, art.3)

Art. 20.- De los residuos: Las personas autorizadas para la explotación de materiales áridos y pétreos no deben tener en sus instalaciones residuos tales como: neumáticos, baterías, chatarras, madera, entre otros. (Ordenanza Municipal del Cantón Mejía, 2014, art.20)

Reglamento Ambiental para Actividades Mineras

Art. 5.- Responsabilidad de los titulares mineros y de sus contratistas: Los titulares mineros serán responsables civil, penal y administrativamente por sus actividades y operaciones de sus contratistas ante el Estado Ecuatoriano, el Ministerio del Ambiente y los ciudadanos en general; por lo tanto será de su directa y exclusiva responsabilidad la aplicación de todos los subsistemas de gestión ambiental establecidos en la normativa. (Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, 2014, art.5)

Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA)

“Establece los principios y directrices de política ambiental, determinando las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señalando los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia”. (Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2015)

Decreto Ejecutivo 1279 sobre el Reglamento Especial para Explotación de Materiales

Áridos y Pétreos

Art. 31.- Control sobre seguridad e higiene minera: Los Gobiernos Municipales, tendrán competencia para efectuar el control de las obligaciones de los concesionarios y contratistas mineros de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y Canteras, en lo atinente la obligación de preservar la salud mental y física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, servicios de salud y atención permanente, además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la Agencia de Regulación y Control Minero y el Ministerio competente. (Decreto Ejecutivo 1279, 2012, art.31)

Acuerdo Ministerial 061

Art. 28 De la evaluación de impactos ambientales: La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable. (Acuerdo Ministerial 061, 2015, art.28)

Instructivo Otorgamiento Concesiones Mineras Minerales No Metálicos

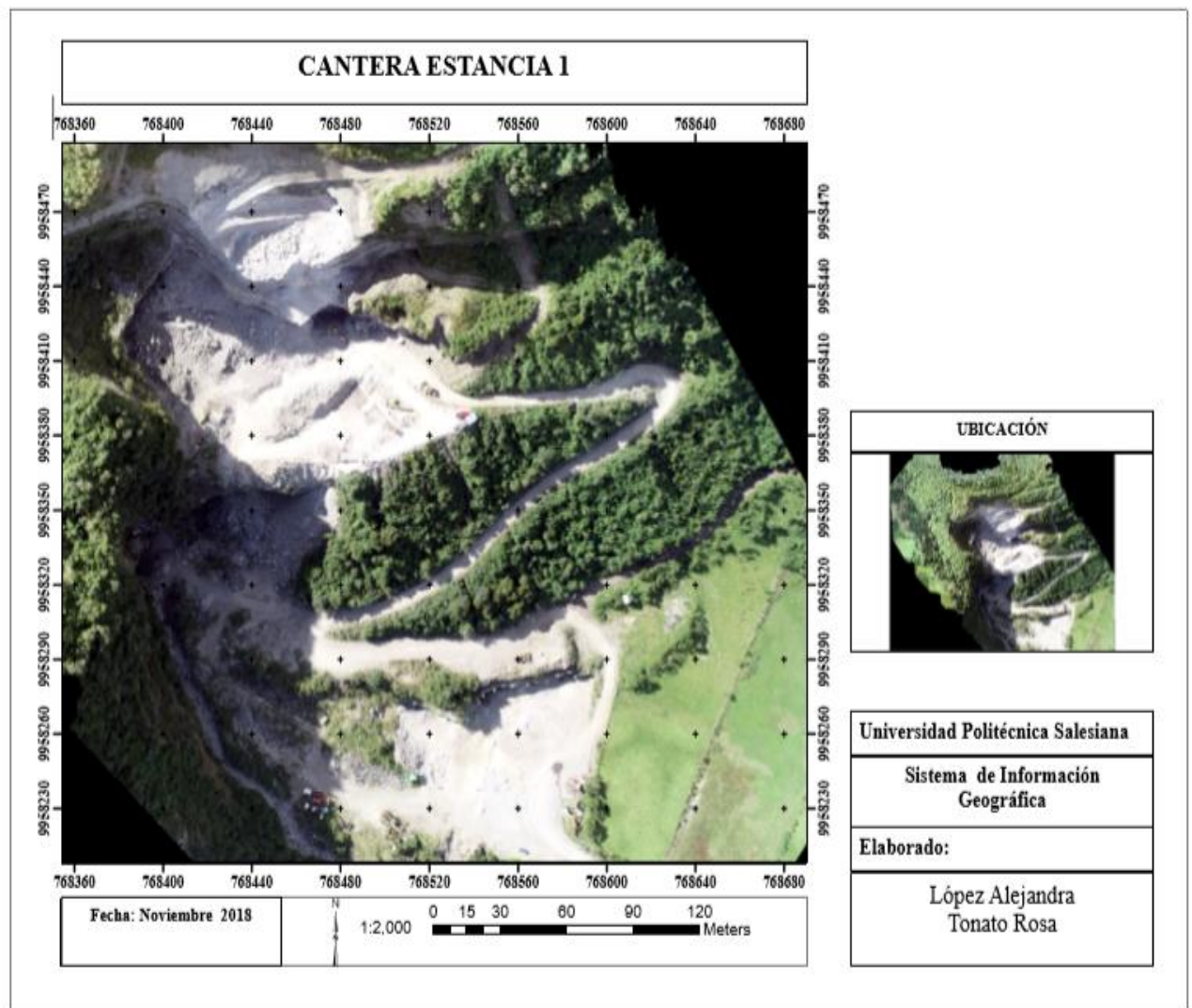
Art. 3.- Caracterización de los Minerales: Para fines de aplicación del presente Instructivo y a efectos del otorgamiento de concesiones dentro del Régimen de Pequeña Minería, los minerales se clasifican en:

b) Materiales de Construcción: Se entenderán como materiales de construcción a las rocas y derivados de las rocas, sean estas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica tales como: andesitas, basaltos, dacitas, riolitas, granitos, cenizas volcánicas, pómez, materiales calcáreos, arcillas superficiales; arenas de origen fluvial o marino, gravas; depósitos tipo aluviales, coluviales, flujos laharíticos y en general todos los materiales cuyo procesamiento no implique un proceso industrial diferente a la trituración y/o clasificación granulométrica o en algunos casos tratamientos de corte y pulido, entre su explotación y su uso final y los demás que establezca técnicamente el Ministerio Sectorial previo informe del Instituto de Investigación Nacional Geológico, Minero, Metalúrgico. (Acuerdo Ministerial 061, 2014, art.3)

3.2 Ubicación

La Cantera “La Estancia 1” se dedica a la extracción de material para construcción como: ripio, arena, polvo y roca, también se debe considerar que en este lugar se realiza una explotación a cielo abierto; el cual se encuentra ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Cutuglagua.

Figura 1.- Ubicación de la Cantera Estancia 1



Fuente: López-Tonato

Las coordenadas UTM zona 17S de la Cantera La Estancia 1 registradas en la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) son las siguientes:

Tabla 1.- Detalle de Coordenadas UTM Cantera Estancia 1

ESTANCIA 1	
CÓDIGO DE ZONA GEOGRÁFICA	17 S
COORDENADA X	768.625
COORDENADA Y	9.958.680
MINERAL DE INTERÉS	Ripio
SUPERFICIE	4 hectáreas
TIPO DE MATERIAL	Material de construcción

Fuente: Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)

3.3 Evaluación de Impacto Ambiental

Es una herramienta de análisis enfocada en la predicción, identificación e interpretación de impactos ambientales sean estos positivos o negativos generados por una actividad o proyecto, además permite evitar o minimizar dichos impactos hasta llegar a niveles aceptables mediante la selección de alternativas con el único objetivo de disminuir problemas ocasionados al ambiente. (Castiblanco, 2016)

Metodología:

- Identificación de impactos ambientales que se genera una actividad, obra o proyecto.
- Valoración de impactos ambientales.
- Jerarquización de impactos ambientales.
- Elaboración del plan de manejo ambiental.

3.3.1 Matriz de Leopold

Para elaborar la matriz de Leopold “se identifica las actividades que pueden causar impacto ambiental y los factores ambientales buscando la interacción entre las dos características

marcadas en un cuadro mediante una línea diagonal”; en el cual se evalúa la magnitud y la importancia que son calificados con números del 1 al 10 dependiendo el punto de vista de la persona que está evaluando los impactos, utilizado como base para elaborar Estudios de Impacto Ambiental. (Crespo & Garmendia, 2005)

La magnitud es un valor que indica la afectación ambiental que produce cada actividad; está delimitado con números del 1 a 10; cada número está acompañado de un signo positivo o negativo en el que valores cercanos a 1 corresponde a impactos poco significativos y cercanos a 10 muy significativos.

La importancia es el número que indica la influencia del impacto sobre la calidad ambiental; según Merchan (2017) afirma que “para obtener los valores respectivos se utilizó la siguiente fórmula:”

$$\text{Imp} = \text{We} \times \text{E} + \text{Wd} \times \text{D} + \text{Wr} \times \text{R}$$

Donde:

Imp= Importancia

E= Valor del criterio de Extensión

We= Peso del criterio de Extensión

D= Valor del criterio de Duración

Wd= Peso del criterio de Duración

R= Valor del Criterio de Reversibilidad

Wr= Peso del criterio de Reversibilidad

- Peso del criterio de extensión = $\text{We} = 0.25$
- Peso del criterio de duración = $\text{Wd} = 0.45$
- Peso del criterio de reversibilidad = $\text{Wr} = 0.30$

Tabla 2.- Criterios de valoración

CARACTERÍSTICAS DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL	PUNTUACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LA CARACTERÍSTICA				
	1	2.5	5	7.5	10
EXTENSIÓN	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACIÓN	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente Irreversible

Fuente: Merchan, 2017

- **Extensión:** Zona directa donde se produce una alteración al ambiente.
- **Duración:** Es el tiempo que dura la afectación.
- **Reversibilidad:** Probabilidad de recuperación del ambiente para regresar a las condiciones iniciales.

Tabla 3.- Ejemplo Matriz de Leopold

Factores Ambientales			Acciones que pueden causar efectos ambientales		Modificación del régimen		Transformación del territorio		Parámetro de residuos	
					Alteración de la cubierta terrestre	Superficie o pavimento	Urbanización	Líneas de transmisión, oleoductos y corredores	Desmontes y rellenos	Vertido de efluentes líquidos
Características Físicas y Químicas	Tierra	Suelos								
		Factores Físicos								
	Agua	Calidad								
	Procesos	Erosión								
Condiciones biológicas	Flora	Árboles								
		Arbustos								
		Estrato herbáceo								
	Fauna	Aves								
		Especies terrestres								
		Especies acuáticas								
		Especies en peligro								
Factores Culturales	Usos del territorio	Agricultura								
	Estéticos	Paisajes								

Fuente: Castro Javier

3.3.2 Impacto Ambiental

Es una alteración al ambiente positiva o negativa que es provocada por el desarrollo de una actividad, obra o proyecto en un sitio determinado.

3.3.3 Plan de Manejo Ambiental

Es una herramienta detallada compuesta por una serie de actividades y medidas que buscan prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales ya identificados que son producidos por un proyecto o actividad para mantener una calidad ambiental durante el desarrollo de estos. Comprende los siguientes planes:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.
- Plan de Manejo de Desechos.
- Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.
- Plan de Relaciones Comunitarias.
- Plan de Contingencias.
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Plan de Monitoreo, Control y Seguimiento.
- Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas.
- Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área

Estructura Plan de Manejo Ambiental

Tabla 4.- Estructura Plan de Manejo Ambiental

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
MEDIDA TIPO DE MEDIDA OBJETIVOS LUGAR DE APLICACIÓN RESPONSABLE						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO

Fuente: Ministerio Del Ambiente (MAE)

- **Aspecto ambiental:** Elemento que se obtiene como resultado de una actividad producida.
- **Impacto ambiental:** Alteración que se produce en el ambiente resultado de un aspecto ambiental.
- **Medidas propuestas:** Acciones recomendadas para prevenir y mitigar impactos.
- **Indicadores:** Es la comparación entre dos datos para generar una medida.
- **Medio de verificación:** Información (fotografías, informes, listas de asistencia) que contribuye al cumplimiento de las medidas propuestas.
- **Plazo:** Tiempo en el cual se debe cumplir la medida propuesta.
- **Costo:** Valor económico que conlleva el cumplimiento de la medida propuesta.

3.4 Información geoespacial

3.4.1 Modelo digital de terreno

Es una representación en 3D de la zona de estudio, visualizando la topografía del terreno, mediante curvas de nivel utilizados para el diseño de infraestructuras. (Calle & Oñate, 2017)

3.4.2 Ortofoto

Es el resultado de un procesamiento de fotografías aéreas.

3.4.3 Plan de vuelo

En este se incluye las coordenadas de llegada y de salida del área de estudio, en el que el dron sigue una trayectoria. Para realizar el plan de vuelo se debe introducir una polilínea en el programa Dron Deploy, introduciendo también a que altura se debe realizar el vuelo.

El software realiza las correcciones necesarias conociendo las especificaciones de la cámara y el lente fotográfico. (García, 2017)

3.4.4 Nube de puntos

Indica la ubicación de coordenadas y cotas según los datos adquiridos. (Calle & Oñate, 2017)

3.4.5 Drone

Para esta investigación, se utiliza el dron PHANTON 4PRO como una herramienta para realizar el trabajo de campo en la Cantera Estancia 1, que permite la obtención de resultados de excelente calidad evidenciados en fotografías.

Figura 2.- Drone PHANTON 4PRO



Fuente: The Professional's Source. (2018)

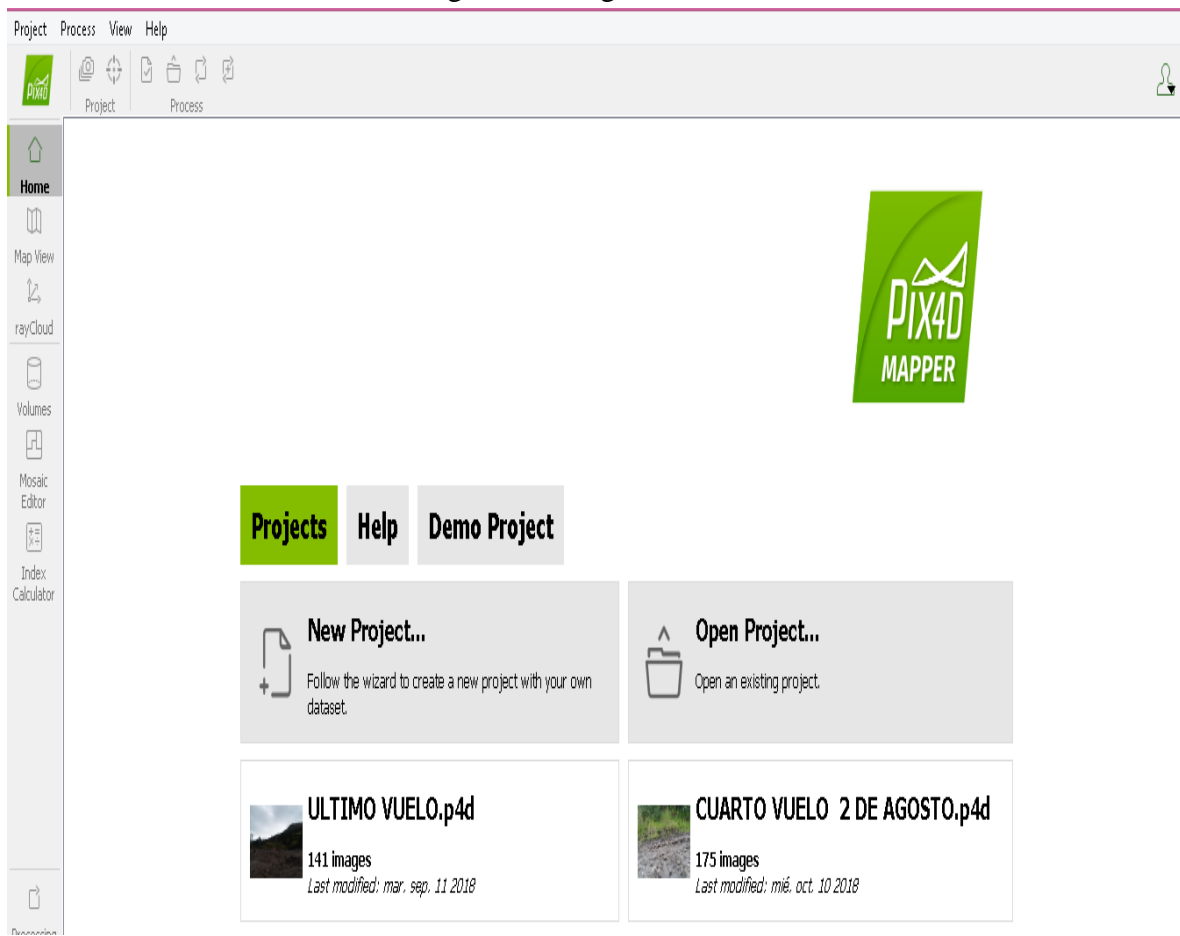
3.4.6 Pix4D

Este software es de origen Suizo creado por Christoph Strecha proveniente de la Universidad de Laussane y con gran trayectoria en la investigación en fotogrametría digital orientada a UAV (Zabaleta, 2017). Esta herramienta tiene la capacidad de procesar una gran cantidad de datos e interpretarlos juntamente, con la finalidad de obtener ortomosaicos, modelos digitales en 3D en tiempo real, con alta resolución y precisión, además permite tener una mejor visibilidad en la fase de campo de algún proyecto.

Ventajas:

- Este programa se adapta a diferentes terrenos.
- Se puede incluir los puntos de control y referencia en el área estudiada, para mejorar la precisión.

Figura 3.- Programa Pix4D



Fuente: López-Tonato

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Muestra

La muestra utilizada para el desarrollo del presente trabajo es la Cantera Estancia 1, es el lugar donde se realiza la toma de fotografías con el drone, identificación de impactos ambientales, ubicación de puntos de control y referencia.

4.2 Técnicas:

La técnica utilizada durante el trabajo se basa en dos partes específicamente la fase de campo y la fase de escritorio:

La fase de campo permite identificar el área de estudio, recopilación de información, elaboración de una matriz de impactos (matriz de Leopold), y la toma de fotografías por medio del drone.

La fase de escritorio engloba el uso del programa Pix4D para la generación de ortofotos y el cálculo de volumen, interpretación de impactos ambientales y la generación de un Plan de Manejo Ambiental.

Fase de Campo

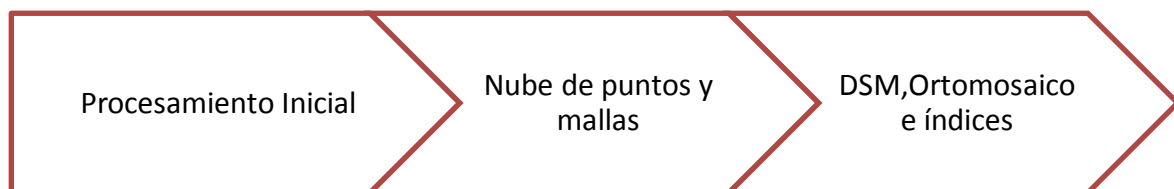
- Reconocimiento del área de estudio.
- Recopilación de información la cual se realiza en tres partes: En el Municipio del Cantón Mejía para obtener la legislación utilizada en minería, revisión bibliográfica e información proporcionada por la Cantera Estancia 1.

- Identificación de cada una de las fases de la Cantera Estancia 1 mediante visitas a campo dos veces por semana.
- Elección de los programas para uso de drone como son Drone Deploy- Dji Go 4 y el programa Pix 4D para el procesamiento de fotografías.
- Colocar los puntos de control (3) y de referencia (6) mediante el uso del equipo de navegación cinética satelital en tiempo real (RTK), para el reconocimiento de estos puntos se colocan cruces de color rojo que sean visibles al momento de realizar las fotografías con el drone (Ver Anexo B).
- Realizar 6 planes de vuelo cada 15 días durante tres meses.
- Elaboración de la matriz de Leopold.
- Identificación de impactos ambientales.

Fase de Escritorio

- Para el procesamiento de las imágenes tomadas se utilizó el software Pix 4D que realiza el procesamiento de las fotos en tres fases que se mencionaran a continuación, con el objetivo de obtener el ortomosaico de la Cantera “Estancia 1” y posteriormente calcular el volumen del material pétreo.

Figura 4.- Procesamiento de fotos en el programa Pix 4D



Fuente: López-Tonato

- El cálculo del Volumen: para la medición de volúmenes es necesario tener el Modelo Digital de la Superficie (DSM) georreferenciado, con los puntos de control y de referencia, para crear líneas de contorno, y posteriormente obtener las líneas de ruptura para digitalizar los modelos.
- Interpretación de impactos ambientales.
- Elaboración del plan de manejo ambiental.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para obtener la producción en una cantera se debe realizar una respectiva planificación del volumen de explotación (Ver Tablas 5, 6, 7, 8) el cual proporcionará tener un buen manejo en cualquier fase de actividad.

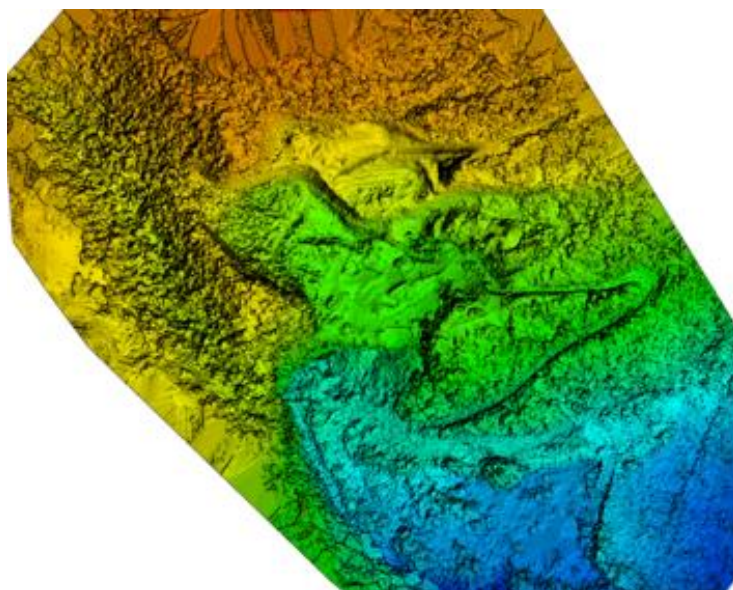
El equipo drone es una tecnología que nos ha permitido tener una mejor visualización de la Cantera Estancia 1. Con esta investigación se pretende obtener el cálculo exacto del material almanenado y extraído, así como también los impactos ambientales que este puede producir, con el fin de realizar un plan de manejo ambiental , con estos resultados la Cantera Estancia 1 ya cuenta con una visualización de produccion mensual y los posibles manejos propuestos en este estudio.

A continuación, se detallará cada resultado generado durante todo este tiempo de investigación, a partir de las fotografías áreas tomadas, y a su vez procesadas con los programas antes mencionados, y así poder llegar a conclusiones para este proyecto.

5.1 Modelo digital de elevación

Este modelo nos proporciona la información de la altitud de cada punto del área de estudio, en donde el color anaranjado nos indica las latitudes mayores, mientras que el color azul son altitudes menores; el cual permite determinar cómo se encuentra la superficie del terreno actual de la cantera.

Figura 5.- Modelo digital de elevación de la Cantera Estancia 1



Fuente: López-Tonato

5.2 Ortofoto

Es la representación fotográfica de la superficie del terreno de nuestra área de estudio, a partir de la toma de fotos con el equipo drone, con esta imagen se puede observar clara y detalladamente la zona de extracción del material pétreo, así como también el lugar de almacenamiento de dicho material, la topografía del terreno, maquinaria, las vías de acceso para este lugar, la señalización, y los puntos de control de esta Cantera.

Figura 6.- Ortofoto Cantera Estancia 1



Fuente: López-Tonato

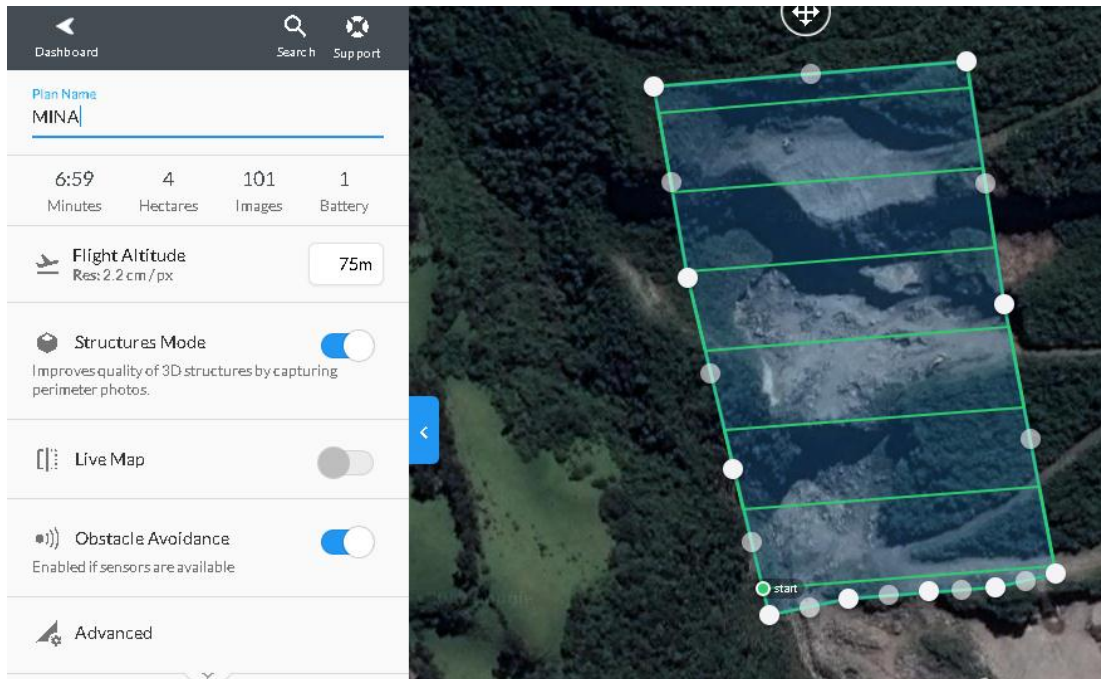
En esta investigación se realizaron 4 vuelos en la Cantera Estancia 1, cada 15 días en donde se detallará cada vuelo, también el cálculo del volumen.

5.3 Plan de vuelo

El programa Drone Deploy se utilizó para realizar los 4 planes de vuelo con el drone de manera automática; tomando en consideración algunas especificaciones detalladas a continuación:

- Nombre del plan de vuelo.
- Altura en metros.
- Número de fotografías tomadas.
- Tiempo de vuelo.
- Cantidad de hectáreas recorridas.
- Número de baterías que se necesitan.
- Activación de estructura 3D.

Figura 7.- Plan de vuelo



Fuente: López-Tonato

5.4 Cálculo de volumen

Primero: Identificación de los diferentes volúmenes a calcular entre ellos tenemos:

- **Volumen material de zaranda:** Se obtiene a partir del proceso de zarandeo donde se adquiere los materiales más finos como: arena y ripio (Ver Anexo F).
- **Volumen material acumulado:** Es el material mezclado que se encuentra almacenado para ser dividido en el proceso de zarandeo.
- **Volumen material fracturado:** Es el material extraído directamente del talud.

Segundo: Para este proceso se utilizó el programa Pix 4D donde se realizó la delimitación del área a calcular de cada material obtenido en la ortofoto ya procesada.

Figura 8.- Área a calcular de cada material obtenido



Fuente: López-Tonato

Tercero: Obtención de volumen de cada material antes mencionado de manera automática que se detalla a continuación:

5.5 PRIMER VUELO

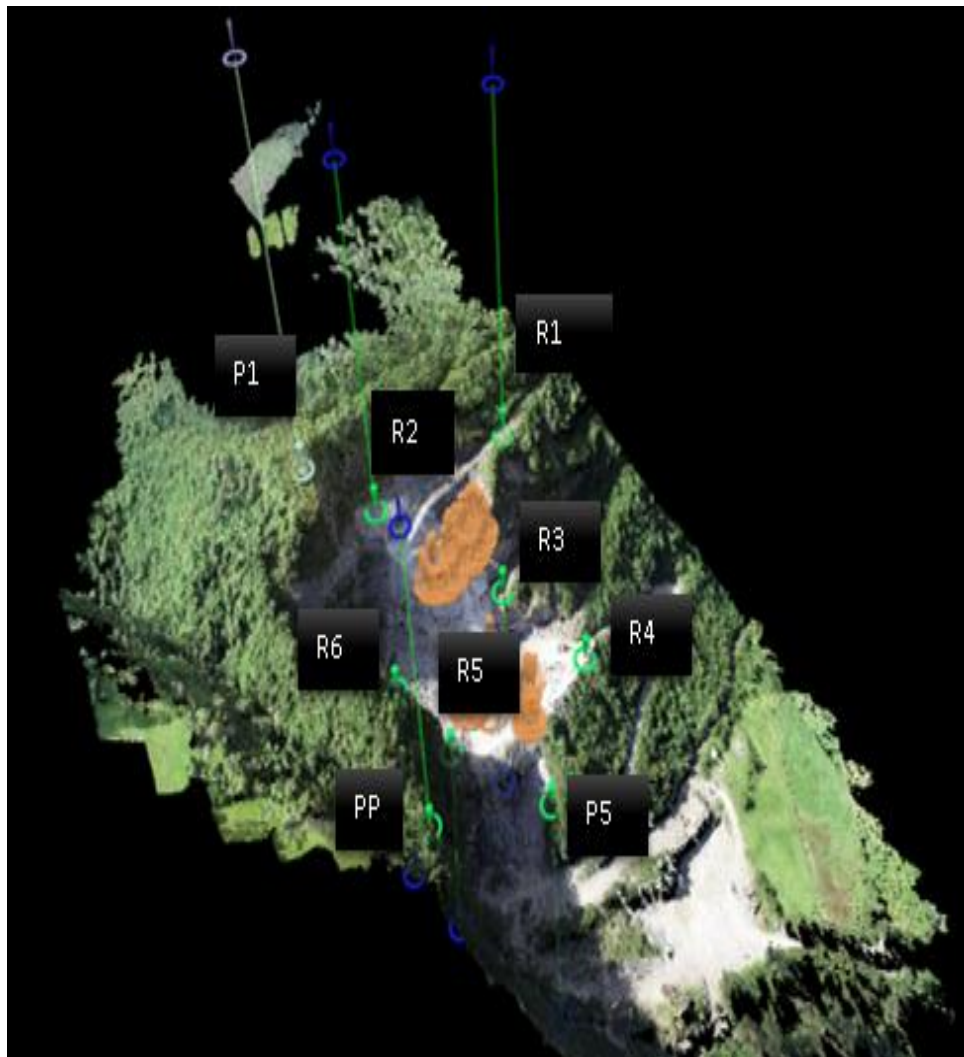
Este se realizó el 6 de julio del 2018, donde se tomaron 3 puntos de control (P1, PP, P5) y 6 de referencia (R1, R2, R3, R4, R5, R6) con el Equipo RTK, donde se obtuvieron los siguientes puntos, que posteriormente fueron introducidos en el programa PIX 4D para tener una georreferenciación con alta precisión.

Tabla 5.- Puntos de control y referencia

PUNTOS	LATITUD X	LONGITUD Y	ALTURA Z
P1	768366.53	9958504.04	3411
P5	768466.53	9958304.04	2900
PP	778366.53	9958304.04	3338
R1	768515.66	9958487.476	3370.542
R2	768411.139	9958490.554	3363.4793
R3	768527.612	9958383.357	2930.087
R4	768487.041	9958439.478	2948.9827
R5	768412.888	9958382.27	2931.3644
R6	768392.054	9958426.186	2942.6357

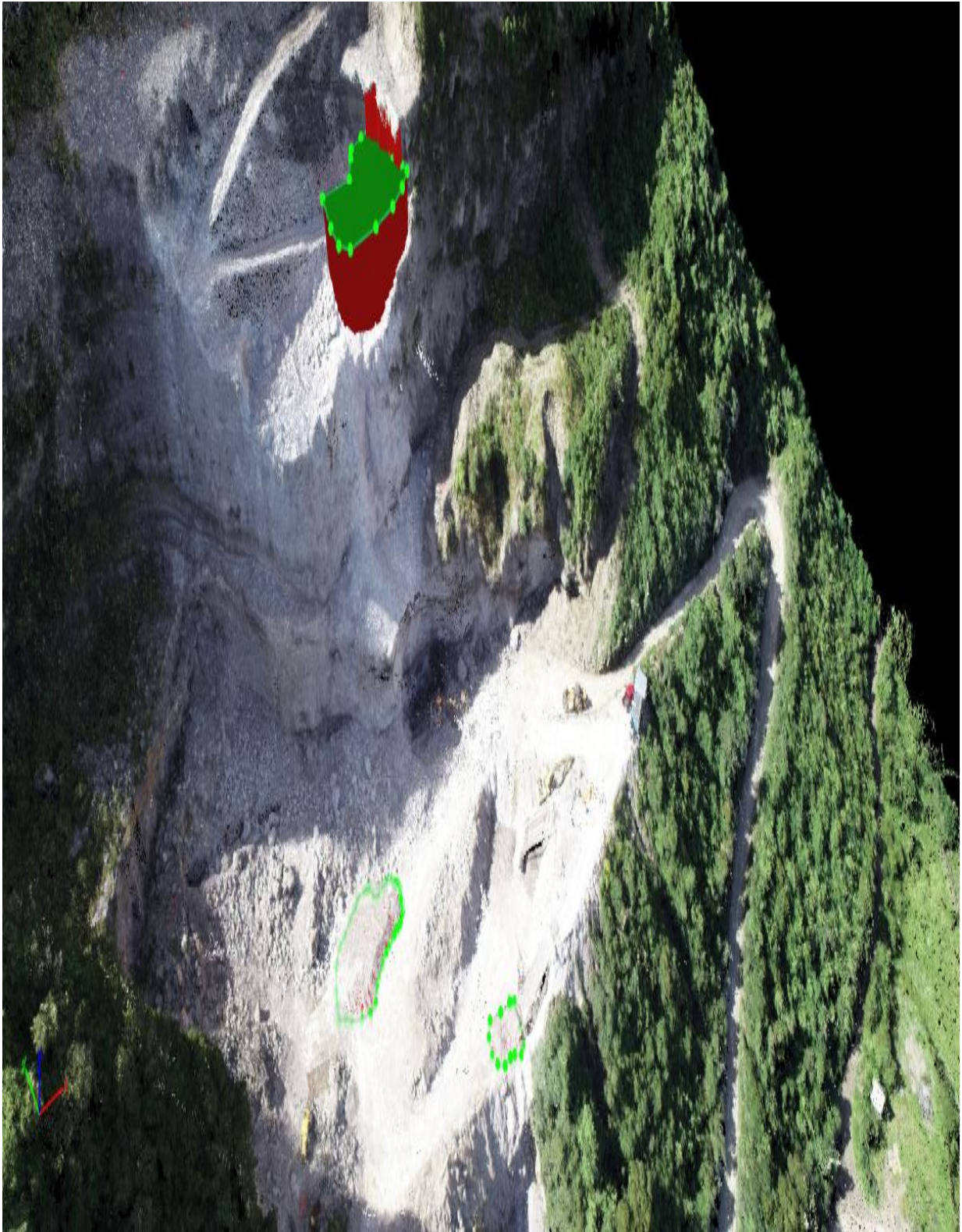
Fuente: López-Tonato

Figura 9.- Ortofoto Cantera Estancia 1



Fuente: López-Tonato

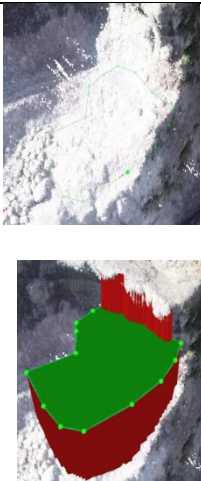
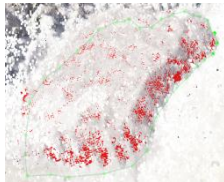
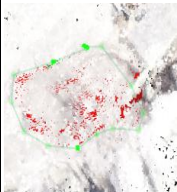
Figura 10.- Volúmenes del vuelo 1



Fuente: López-Tonato

En el siguiente cuadro se puede visualizar la imagen de los 3 volúmenes calculados, con su respectivo dato:

Tabla 6.- Cálculo de volumen vuelo 1

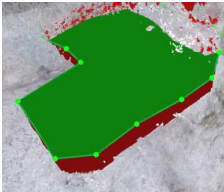
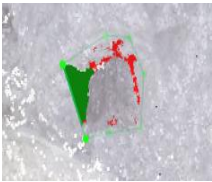

VOLUMEN EXTRACCIÓN								
NÚMERO	FECHA	IMAGEN DEL MATERIAL FRACTURADO	VOLUMEN 1 (MATERIAL FRACTURADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN 2 (ACUMULADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN DE LAS ZARANDAS	VOLUMEN 3 (ZARANDAS) m^3	VOLUMEN 2 + VOLUMEN 3) m^3
VUELO 1	6 DE JULIO		22.59		369.55		40.73	410.28

Fuente: López-Tonato

5.6 SEGUNDO VUELO

Este se realizó el 27 de julio del 2018, se procesaron las fotos y se realizó el mismo procedimiento antes mencionado, los datos obtenidos del cálculo del volumen fueron los siguientes:

Tabla 7.- Cálculo de volumen vuelo 2

VOLUMEN EXTRACCIÓN								
NÚMERO	FECHA	IMAGEN DEL MATERIAL FRACTURADO	VOLUMEN 1 (MATERIAL FRACTURADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN 2 (ACUMULADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN DE LAS ZARANDAS	VOLUMEN 3 (ZARANDAS) m^3	VOLUMEN TOTAL) m^3
VUELO 2	27 DE JULIO		53.45		19.89		92.64	112.53

Fuente: López-Tonato

Figura 11.- Volúmenes del vuelo 2

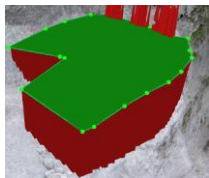
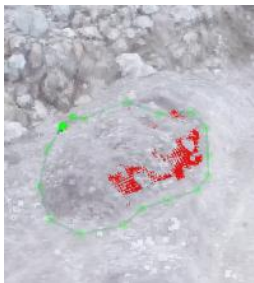



Fuente: López-Tonato

5.7 TERCER VUELO

Este se realizó el 13 de agosto del 2018, los datos obtenidos del cálculo del volumen fueron los siguientes:

Tabla 8.- Cálculo de volumen vuelo 3

VOLUMEN EXTRACCIÓN								
NÚMERO	FECHA	IMAGEN DEL MATERIAL FRACTURADO	VOLUMEN 1 (MATERIAL FRACTURADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN 2 (ACUMULADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN DE LAS ZARANDAS	VOLUMEN 3 (ZARANDAS) m^3	VOLUMEN TOTAL) m^3
VUELO 3	13 DE AGOSTO		54.56		92.01		3.45	95.46

Fuente: López-Tonato

Figura 12.- Volúmenes del vuelo 3

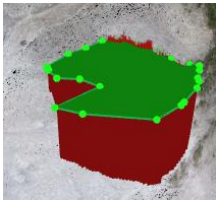



Fuente: López-Tonato

5.8 CUARTO VUELO

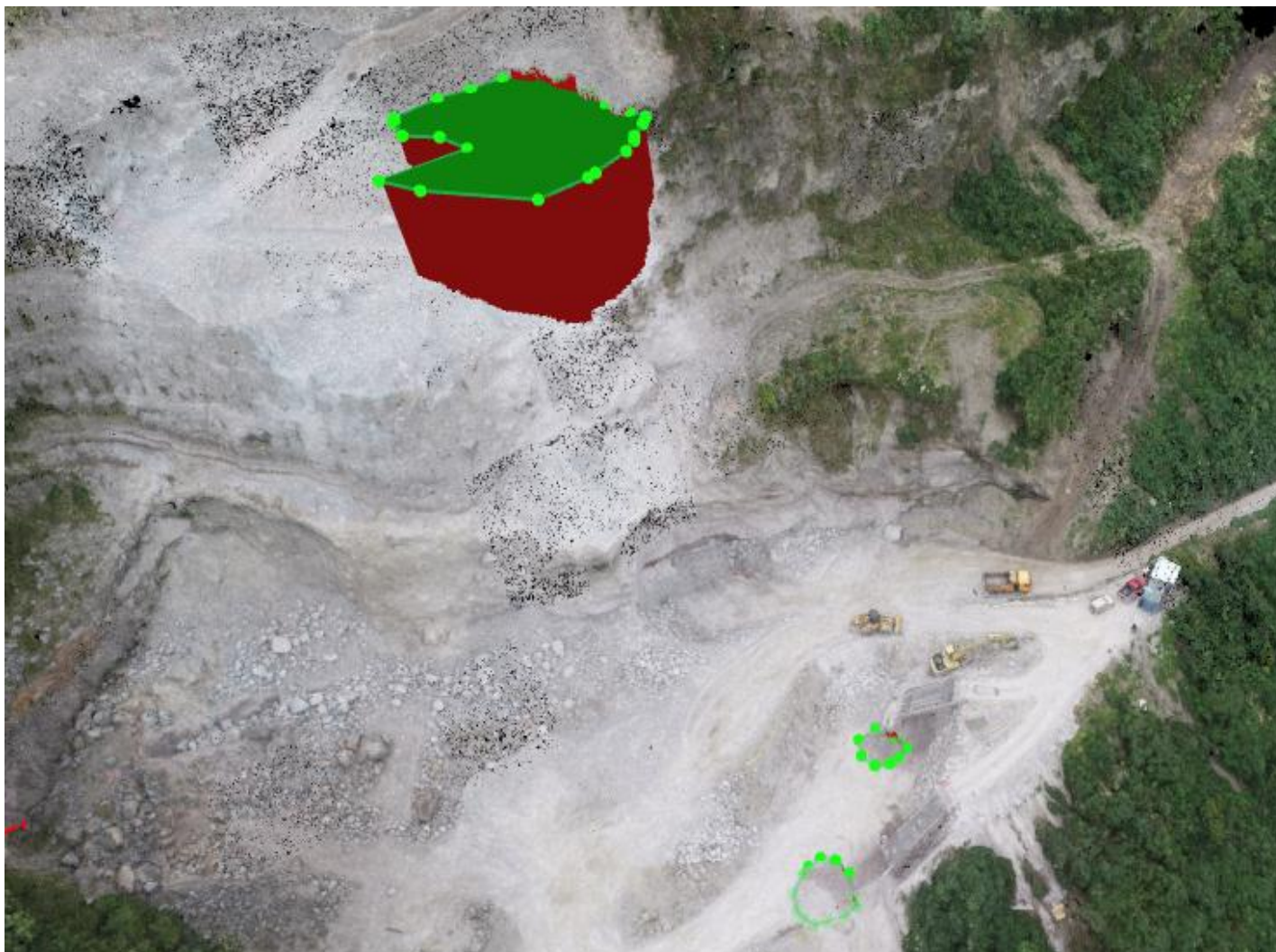
Este se realizó el 28 de agosto del 2018, los datos obtenidos del cálculo del volumen fueron los siguientes:

Tabla 9.- Cálculo de volumen vuelo 4

VOLUMEN EXTRACCIÓN								
NÚMERO	FECHA	IMAGEN DEL MATERIAL FRACTURADO	VOLUMEN 1 (MATERIAL FRACTURADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN 2 (ACUMULADO) m^3	IMAGEN DEL VOLUMEN DE LAS ZARANDAS	VOLUMEN 3 (ZARANDAS) m^3	VOLUMEN TOTAL) m^3
VUELO 4	28 DE AGOSTO		57.54	NO HUBO MATERIAL	0		112.4	112.4

Fuente: López-Tonato

Figura 13.- Volúmenes del vuelo 4



Fuente: López-Tonato

5.9 Identificación de impactos ambientales

Para el estudio realizado en la Cantera Estancia 1 se utilizaron dos tipos de matrices como base para la identificación y valoración de impactos ambientales como son: matriz para identificación de impactos ambientales y la matriz de Leopold.

Las actividades consideradas para la identificación de impactos son las siguientes:

Etapas de Explotación

- Desbroce y explotación del terreno.
- Preparación de la maquinaria.
- Transporte de la maquinaria.
- Voladura.
- Arranque del material.
- Extracción del material.
- Disposición del material.
- Zarandeo.
- Acumulación del material.
- Cargado y transporte.

Etapas de Cálculo de volumen

- Volumen material fracturado.
- Volumen material acumulado.
- Volumen material de zarandas.

Etapas de Cierre de Mina

- Desmonte de la maquinaria.
- Desmonte de la infraestructura.
- Estabilidad del talud.
- Revegetación.

Los factores ambientales considerados para la identificación de impactos son las siguientes:

Medio físico

- Agua: Calidad y alteración del curso de agua.
- Suelo: Calidad, erosión y topografía.
- Aire: Ruido y vibraciones, gases y polvo.

Medio biótico

- Flora: Cobertura vegetal y hábitat.
- Fauna: Hábitat.

Medio perceptual

- Paisaje: Paisaje natural.

Medio socioeconómico cultural

- Infraestructura: Red de servicio y transporte.
- Humanos: Empleo, salud y seguridad.
- Uso de suelo: Zonas residenciales, agrícola y forestal.

La matriz de identificación de impactos ambientales realizada permitió evidenciar las actividades con su respectivo factor que producen impactos la cual se detalla a continuación:

Tabla 10.- Matriz de identificación de Impactos

ETAPAS	FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FÍSICO							MEDIO BIÓTICO		M. PERCEP	MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL						Nº DE IMPACTOS			
		AGUA	SUELO			AIRE	FLORA	FAUNA	PAISAJE	INFRAESTRUCTURA	HUMANOS		USO DE SUELO								
	Calidad		Alteración del curso de agua	Calidad	Erosión						Topografía	Ruido y vibraciones	Gases y polvo	Cobertura vegetal	Hábitat	Hábitat	Paisaje Natural	Red de servicio	Transporte	Empleo	Salud y seguridad
EXPLOTACIÓN	Desbroce y explotación del terreno			x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	14
	Preparación de la maquinaria			x			x	x	x			x				x	x	x			8
	Transporte de la maquinaria			x		x	x	x	x	x	x	x				x	x	x			11

	Voladura			x		x	x	x	x	x	x	x			x	x				10
	Arranque del material			x		x	x	x	x	x	x	x			x	x		x		11
	Extracción del material			x		x	x	x	x	x	x	x			x	x				10
	Disposición del material			x		x	x	x	x	x	x	x			x	x				10
	Zarandeo			x	x	x	x	x				x			x	x				8
	Acumulación del material			x	x	x	x	x				x			x	x		x		9
	Cargado y transporte			x		x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	12
CÁLCULO DE VOLUMEN	Volumen material fracturado			x		x	x	x	x	x	x	x			x	x		x	x	12
	Volumen material acumulado			x	x		x	x				x			x					6
	Volumen material de zarandas			x		x	x	x				x			x					5
CIERRE DE MINA	Desmante de la maquinaria			x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x				11
	Desmante de la infraestructura			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x				12
	Estabilidad del talud			x		x	x	x				x			x	x				7
	Revegetación			x					x	x	x	x			x			x	x	8
N° DE IMPACTOS				17	5	13	16	16	9	10	10	17	3	3	17	14	4	6	4	164

Fuente: López-Tonato

5.10 Valoración de Impactos Ambientales

Para obtener la valoración de los impactos ambientales se utilizó la matriz de Leopold donde constan los factores y las actividades que causan impactos incluyendo el cálculo de volumen como información adicional para su posterior evaluación.

En base a los criterios y valores antes establecidos se obtuvo la siguiente tabla donde se indica la valoración de los impactos ambientales:

Tabla 11.- Matriz de Leopold

ETAPAS	FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO							MEDIO BIOTICO		IM. PERCE	MEDIO SOCIOECONOMICO CULTURAL							EVALUACIONES			Agregación por fases	
		AGUA	SUELO			AIRE		FLORA		FAUNA		PAISAJE	INFRAESTRUCTURA		HUMANOS		USO DE SUELO						
	Calidad		Alteración del curso de agua	Calidad	Erosión	Topografía	Ruido y vibraciones	Gases y polvo	Cobertura vegetal		Hábitat		Hábitat	Paisaje Natural	Red de servicio	Transporte	Empleo	Salud y seguridad	Zonas residenciales	Agrícola	Forestal		
EXPLOTACION	Desbroce y explotación del terreno			-7 6	-5 7	-3 3	-5 1	-3 3	-8 7	-8 7	-8 7	-5 6			3 2	-3 2	-1 1	-5 7	-5 7	1	13	-369	-1603
	Preparación de la maquinaria			-2 4			-5 3	-6 4	-3 1			-4 3			3 3	-3 1	-2 1			1	7	-58	
	Transporte de la maquinaria			-4 8		-4 7	-6 5	-7 5	-4 2	-5 7	-5 7	-3 7			4 3	-5 2	-7 4			1	10	-250	
	Voladura			-5 5		-7 5	-6 2	-8 2	-7 5	-7 5	-7 5	-7 2			4 3	-4 2				1	9	-203	
	Arranque del material			-4 6		-6 3	-5 4	-5 4	-6 7	-5 7	-5 7	-5 2			3 3	-4 3		-4 2		1	10	-215	
	Extracción del material			-5 3		-5 3	-6 5	-5 5	-6 6	-5 3	-5 3	-5 2			3 4	-4 2				1	9	-157	
	Disposición del material			-5 1		-2 1	-4 2	-5 2	-3 2	-3 2	-3 2	-4 1			3 3	-3 2				1	9	-44	
	Zarandeo			-5 2	-3 3	-3 3	-4 3	-5 4				-3 2			3 4	-3 4				1	7	-66	
	Acumulación del material			-5 3	-5 6	-4 4	-2 3	-4 5				-4 6			3 3	-3 3		-2 3		1	8	-117	
Cargado y transporte			-4 2		-4 3	-6 4	-5 4				-3 2	-4 3	-3 2	4 5	-4 5	-4 6	-3 2	-3 2	1	11	-124	-288	
CALCULO DE VOLUMEN	Volumen material fracturado			-5 6		-6 6	-6 2	-6 2	-7 6	-5 5	-5 5	-4 5			3 2	-4 3		-4 4	-4 4	1	1		-240
	Volumen material acumulado			-3 2	-2 1		-2 2	-4 3				-3 1			4 2					1	5		-19
	Volumen material de zarandas			-3 2		-4 2	-2 1	-5 3				-2 2			3 2					1	5	-29	215
CIERRE DE MINA	Desmante de la maquinaria			3 4		5 2	-3 3	-2 2		4 4	4 4	-4 3	-3 2	-3 2	4 5	-3 4				5	5	25	
	Desmante de la infraestructura			4 3	5 3	5 2	-3 2	-2 2		4 3	4 3	-5 3	-1 2	-2 2	4 5	-4 3				6	6	38	
	Estabilidad del talud			4 5		5 3	-1 1	-1 2				-1 3			5 4	-5 3				3	4	34	
	Revegetación			4 5					5 4	3 2	5 4	4 5			5 4			3 2	3 2	8	0	118	
EVALUACIONES	Nº de afectaciones positivas	0	0	4	1	3	0	0	1	3	3	1	0	0	17	0	0	1	1	COMPROBACION			
	Nº de afectaciones negativas	0	0	13	4	11	16	16	8	7	7	16	3	3	0	16	4	5	3				
	Agregación de impactos	0	0	-162	-61	-153	-196	-248	-208	-173	-159	-174	-20	-16	210	-145	-55	-65	-51	-1676		-1676	
Agregación de impactos por componente		0		-376			-444		-381		-159	-174	-36		65		-171						

Fuente: López-Tonato

5.11 Análisis de la matriz de impactos

Los resultados obtenidos por medio de la matriz de Leopold al relacionar las actividades con cada uno de los factores ambientales permiten conocer que la Cantera Estancia 1 tiene una afectación negativa en sus actividades con un valor de -1676.

En la siguiente tabla se detalla las actividades y la valoración del impacto donde se visualiza la afectación que causa cada una en un orden ascendente:

Tabla 12.- Valoración de las actividades de la Cantera Estancia 1

ACTIVIDADES	VALORACIÓN
Desbroce y explotación del terreno	-369
Transporte de la maquinaria	-250
Volumen material fracturado	-240
Arranque del material	-215
Voladura	-203
Extracción del material	-157
Cargado y transporte	-124
Acumulación del material	-117
Zarandeo	-66
Preparación de la maquinaria	-58
Disposición del material	-44
Volumen material de zarandas	-29
Volumen material acumulado	-19
Desmonte de la maquinaria	25
Estabilidad del talud	34
Desmonte de la infraestructura	38
Revegetación	118

Fuente: López-Tonato

Mediante la tabla antes propuesta se observa que de todas las actividades que se desarrollan en la Cantera la que produce mayor afectación, es aquella que corresponde al desbroce y explotación del terreno con un valor de -369, seguida del transporte de la maquinaria que produce una afectación de -250 y el volumen de material fracturado con un valor de -240.

También se puede evidenciar que existen actividades que producen afectaciones positivas entre ellas la más significativa es la revegetación con un valor correspondiente a 118.

En la siguiente tabla se detalla los factores ambientales con su respectiva valoración del impacto en base a las actividades que se desarrollan de forma ascendente:

Tabla 13.- Valoración de los factores ambientales de la Cantera Estancia 1

FACTORES AMBIENTALES	VALORACIÓN
Gases y polvo	-248
Cobertura vegetal	-208
Ruido y vibraciones	-196
Paisaje natural	-174
Hábitat(flora)	-173
Calidad (Suelo)	-162
Hábitat(fauna)	-159
Topografía	-153
Salud y seguridad	-145
Agrícola	-65
Erosión	-61
Zonas residenciales	-55
Forestal	-51
Red de Servicio	-20
Transporte	-16
Empleo	210
Calidad (Agua)	0
Alteración del curso de agua	0

Fuente: López-Tonato

Según la tabla anterior descrita se logra evidenciar que existen afectaciones negativas; positivas y también factores que no poseen ningún tipo de afectación durante el desarrollo de las actividades.

Los factores ambientales que poseen afectaciones negativas mayores son gases y polvo con un valor de -248; seguido de cobertura vegetal con un valor de afectación

correspondiente a -208; el factor empleo es el único que produce una afectación positiva con un valor de 210.

Existen factores que no son afectados en ninguna de las fases de la actividad minera que son: la calidad (agua) y la alteración del curso de agua.

5.12 Análisis Ambiental:

Tabla 14.- Escala Internacional para determinar la valoración de los impactos ambientales

IMPACTO	RANGO	DESCRIPCIÓN
COMPATIBLE	0-25%	Es aquel cuya recuperación es inmediata, ya que no precisa de medidas preventivas, correctivas ni de mitigación.
MODERADO	25-50%	Es aquel cuya recuperación no precisa medidas o de mitigación extensa, cuya restitución ambiental requiere de un corto tiempo.
SEVERO	50-75%	Es aquel en el que la restitución ambiental conlleva la implementación de medidas de protección correctiva y de mitigación cuya recuperación precisa de un período dilatado.
CRÍTICO	75-100%	Es aquel en el que se producen cambios bruscos permanentes e irreversibles a los ecosistemas, sin que sea posible su restitución ambiental, incluso con la adaptación de medidas de protección, correctivas y de mitigación.

Fuente: Merchan, 2017

La afectación que producen las actividades relacionados con los factores ambientales en la cantera es en total -1676; el cual fue obtenido de la matriz de Leopold cuyo valor es transformado en porcentaje para posteriormente ser comparado con la tabla antes descrita. Los cálculos son los siguientes:

$$\frac{-10000}{100\%}$$

$$\frac{-1676}{x}$$

$$x=16,76\%$$

El valor obtenido fue de 16,76% de afectación el mismo que se comparó con la escala Internacional para determinar la valoración de los impactos ambientales (Ver Tabla 14) la cual indica que el impacto producido es de tipo Compatible el mismo que no necesita de una intervención antrópica ni tampoco de medidas preventivas ya que el medio ambiente se puede recuperar por sí solo. En la siguiente tabla se detalla la actividad y los factores en porcentaje:

Tabla 15.- Valoración de impactos en porcentaje por etapas

ETAPAS	ACTIVIDADES	VALORACIÓN POR ACTIVIDAD	VALORACIÓN POR ETAPAS	VALORACIÓN %	IMPACTO
EXPLOTACIÓN	Desbroce y explotación del terreno	-369	-1603	-16,03	Compatible
	Preparación de la maquinaria	-58			
	Transporte de la maquinaria	-250			
	Voladura	-203			
	Arranque del material	-215			
	Extracción del material	-157			
	Disposición del material	-44			
	Zarandeo	-66			
	Acumulación del material	-117			
	Cargado y transporte	-124			
CÁLCULO DE VOLUMEN	Volumen material fracturado	-240	-288	-2,88	Compatible
	Volumen material acumulado	-19			
	Volumen material de zarandas	-29			
CIERRE DE MINA	Desmante de la maquinaria	25	215	2,15	Compatible
	Desmante de la infraestructura	38			
	Estabilidad del talud	34			
	Revegetación	118			

Fuente: López-Tonato

Como resultados obtenidos en la tabla se observa que tanto la etapa de explotación, cálculo de volumen y cierre de mina tienen un porcentaje de afectación de -16,03; -2,88 y 2,15 respectivamente que según la escala internacional corresponde a un impacto Compatible el mismo que no necesita de una intervención antrópica ni tampoco de medidas preventivas ya que el medio ambiente se puede recuperar por sí solo.

Es importante determinar que la etapa de cierre de mina ayuda a que el nivel de afectación disminuya por ser una afectación positiva de 2,15%.

La fase correspondiente al cálculo de volumen permite determinar que no existe ningún tipo de afectación correspondiente a un valor de -2,88%; este valor no cambiara siempre que se cumpla con lo establecido en la planificación de producción.

Tabla 16.- Valoración de impactos en porcentaje por factores

			VALORACIÓN POR COMPONENTE	VALORACIÓN POR FACTOR	VALORACIÓN %	IMPACTO
MEDIO FÍSICO	Agua	Calidad	0	-820	8,20	Compatible
		Alteración del curso de agua	0			
	Suelo	Calidad	-162			
		Erosión	-61			
		Topografía	-153			
	Aire	Ruido y vibraciones	-196			
		Gases y polvo	-248			
MEDIO BIÓTICO	Flora	Cobertura Vegetal	-208	-540	5,40	Compatible
		Hábitat	-173			
	Fauna	Hábitat	-159			
MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje	Paisaje natural	-174	-147	1,47	Compatible
MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL	Infraestructura	Red de servicios	-20	-142	1,42	Compatible
		Transporte	-16			
	Humanos	Empleo	210			
		Salud y seguridad	-145			
	Uso de suelo	Zonas residenciales	-55			
		Agrícola	-65			
		Forestal	-51			

Fuente: López-Tonato

Se puede evidenciar que según los factores aquel que produce mayor afectación es el medio físico con un porcentaje de 8,20; seguido del medio biótico con 5,40%; medio perceptual con 1,47% y por último el medio socioeconómico cultural con 1,42%.

- Medio físico: El componente que no sufre ningún tipo de alteración es el agua, y el factor que sufre mayor afectación es el aire debido al ruido y polvo que se produce en la actividad minera. Posee un impacto de tipo Compatible.
- Medio biótico: Existen afectaciones tanto para la flora como la fauna debido a la migración en pocas cantidades de ciertas especies a causa del desbroce y explotación del terreno. Posee un impacto de tipo Compatible.
- Medio perceptual: El paisaje sufre ciertas afectaciones debido a la colocación de maquinaria y por el transporte de la misma. Posee un impacto de tipo Compatible.
- Medio socioeconómico cultural: El empleo es un componente que permite disminuir las afectaciones en cierta cantidad al resto de componentes de este medio porque todas las actividades que se desarrollan en la cantera generan trabajo y por otro lado las afectaciones negativas se evidencian en pequeñas cantidades a nivel del componente agrícola y forestal. Posee un impacto de tipo Compatible.

5.13 Planes de manejo ambiental

5.13.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

- Manejo y contaminación del suelo

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Controlar las actividades que causan daño al suelo mediante la creación de alternativas adecuadas al desarrollar las labores diarias en la Cantera Estancia 1.

Descripción de la medida:

Para evitar la contaminación al suelo por la presencia o derrame de combustible o aceites; toda la maquinaria tiene que estar en perfectas condiciones; además los chequeos a la misma deben realizarse semanalmente; esto se debe evidenciar mediante un informe que contenga la siguiente información:

- Fecha.
- Tipo de maquinaria.
- Supervisor a cargo (nombre y firma).
- Técnico (nombre y firma).

El informe debe ser entregado al jefe de operaciones de la Cantera, el mismo que se encargará de realizar un plan en caso de un derrame en el que conste las siguientes observaciones:

- Donde se produjo el derrame.
- Qué tipo de material es.
- Revisar la falla de la maquinaria por la cual se produjo el derrame.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones-trabajadores.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones-Ministerio del Ambiente.

- Manejo y contaminación del aire

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Identificar zonas donde se producen la generación de ruido y polvo de las diferentes etapas de producción mediante el uso de un mapa.

Descripción de la medida:

Mediante la figura 14 (simbología rectángulos de color amarillo) se identifica las zonas donde existe la producción de ruido y polvo generalizados en 4 puntos específicos, donde se desarrollan las actividades de producción de la Cantera que empieza desde: la extracción del material pétreo, acumulación del material y zona de zarandas; estas zonas fueron identificadas en campo y posteriormente plasmadas en un mapa que permite visualizar de mejor manera siendo una herramienta de información para los empleados y las personas involucradas en el proyecto.

La maquinaria utilizada debe contar con un mantenimiento semanalmente para evitar la generación de ruido el cual puede ocasionar molestias tanto de los trabajadores que operan las máquinas como de las personas que desarrollan otro tipo de actividad en la Cantera. Por lo tanto, el equipo de protección auditiva es obligatorio su uso para evitar complicaciones o afectaciones en la salud de los trabajadores.

Para reducir la presencia de polvo se debe tomar como alternativa el riego con tanquero en épocas principalmente de verano que se encargue de regar agua por el camino y en el sitio específicamente donde se desarrollan las actividades para minimizar el polvo producido por el movimiento de material y el transporte mediante

volquetas. La frecuencia con la que el tanquero debe regar el agua es dos o tres veces a la semana lo que tendría un costo de \$240 por día.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1-Vía de acceso a la Cantera.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones-Ministerio del Ambiente.

Figura 14.-Ubicación zonas de producción de ruido y polvo



Fuente: López-Tonato

Tabla 17.- Plan de prevención y mitigación de impactos

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
MEDIDA: Manejo y contaminación del suelo TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: • Controlar las actividades que causan daño al suelo mediante la creación de alternativas adecuadas al desarrollar las labores diarias en la Cantera Estancia 1. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Jefe de operaciones-Trabajadores						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Derrame de combustibles	Contaminación al suelo	Manejo y contaminación del suelo	Número de chequeos de la maquinaria semanalmente	Registro de chequeos a la maquinaria. Registro fotográfico. Informes semestrales.	2	200
MEDIDA: Manejo y contaminación del aire TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: • Identificar zonas donde se producen la generación de ruido y polvo de las diferentes etapas de producción mediante el uso de un mapa. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1-Vía de acceso a la Cantera RESPONSABLE: Jefe de operaciones						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Generación de ruido y polvo	Contaminación al aire	Manejo y contaminación del aire	Frecuencia de riego del tanquero. Número de equipos de protección auditiva.	Registro de entrega de equipos de protección auditiva. Registro fotográfico.	4	2000

Fuente: López-Tonato

5.13.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

- Manejo de desechos

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Realizar un manejo adecuado de los desechos sólidos en la Cantera Estancia 1 utilizando tachos de basura mediante la ubicación en un mapa.
- Gestionar de forma segura los residuos peligrosos producidos en la Cantera para evitar complicaciones en la salud y en el ambiente.

Descripción de la medida:

Colocar tachos de basura diferenciados con colores distintivos que permita clasificar los desechos dependiendo el origen como son:

Tabla 18.- Clasificación de desechos sólidos

COLOR	TIPO DE DESECHO	DESCRIPCIÓN
Rojo	Peligrosos	Envase de aceites de motor usado
		Baterías
		Lubricantes
		Envases de pintura
		Cartuchos de tinta
Amarillo	Plásticos y metálicos	Latas
		Chatarra pequeña
		Bolsas
		Envase tetrapack
		Plásticos pet (botellas de gaseosa o agua mineral)
Azul	Papel y cartón	Papeles de oficina
		Cartones
		Madera pequeña
Naranja	Orgánicos	Restos de alimentos

Fuente: López-Tonato

Cada uno de los tachos de basura debe contener su respectiva identificación dependiendo del color y el tipo de residuo colocado; para los residuos peligrosos es necesario contratar un gestor calificado por el Ministerio del Ambiente para una gestión de estos.

Para una mejor visualización en la figura 14 se identifica el lugar adecuado donde se colocarían los tachos de basura debidamente diferenciados, que mediante el mapa obtenido durante el estudio realizado estos deben estar ubicados cerca de la oficina principal (simbología círculos de color amarillo).

El jefe de operaciones de la Cantera se encargará de designar una persona responsable para el control y manejo de los residuos, este incluye revisión del estado de los tachos de basura y el contenido que no sobrepase el 75% de capacidad para evitar derrames o materiales fuera de los contenedores.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones-trabajadores.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente- GAD Mejía.

- Almacenamiento de desechos peligrosos

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Adecuar un espacio de almacenamiento de los desechos peligrosos para evitar derrames directamente en el suelo.

Descripción de la medida:

En la Figura 15 (simbología de color amarillo en la parte alta de la Cantera) es conveniente construir una caseta que sirve como almacenamiento para material peligroso con las siguientes especificaciones: con piso de cemento de material impermeable que no tenga contacto directo con el suelo, cercado con una malla metálica, debe contener un extintor, señalética respectiva (no fumar- inflamable- prohibido ingreso de personas no autorizadas) y un canal en caso de un derrame.

El material utilizado como combustible debe ser colocado en recipientes con sus respectivas tapas y en perfectas condiciones para evitar fugas de gases y derrames.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones-trabajadores.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente- GAD Mejía- Bomberos

Figura 15.- Ubicación zonas de almacenamiento



Fuente: López-Tonato

Tabla 19.- Plan de manejo de desechos

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
MEDIDA: Manejo de Desechos TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un manejo adecuado de los desechos sólidos en la Cantera Estancia 1 utilizando tachos de basura mediante la ubicación en un mapa. • Gestionar de forma segura los residuos peligrosos producidos en la Cantera para evitar complicaciones en la salud y en el ambiente. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Jefe de operaciones- Trabajadores						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Desechos sólidos	Contaminación al suelo, agua y aire	Manejo de desechos	Número de tachos de basura	Tachos de basura. Registro fotográfico.	3	50
MEDIDA: Almacenamiento de desechos peligrosos TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Adecuar un espacio de almacenamiento de los desechos peligrosos para evitar derrames directamente en el suelo. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente- GAD Mejía- Bomberos						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Desechos peligrosos	Contaminación al suelo, agua y aire	Almacenamiento de desechos peligrosos	Número de recipientes con tapas	Caseta con recipientes. Registro fotográfico.	6	250

Fuente: López-Tonato

5.13.3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL

- Información impartida a trabajadores y comunidades aledañas a la Cantera.

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Comunicar a todas las personas involucradas en el proyecto sobre el plan de manejo ambiental.
- Realizar capacitaciones a los trabajadores de la Cantera en temas relacionados a educación ambiental y seguridad industrial.

Descripción de la medida:

El promotor y jefe de operaciones del proyecto son los encargados de difundir la información sobre el plan de manejo ambiental, mediante reuniones con las comunidades El Belén y Santo Domingo de Cutuglagua, donde se indica que las actividades realizadas en la Cantera Estancia 1 no afectarán en ningún sentido a la población del sector.

Elaborar capacitaciones semestrales a todos los trabajadores de la Cantera con temas referentes a educación ambiental, seguridad y salud ocupacional; las cuales deben ser impartidas por profesionales en la materia contando con el apoyo de instituciones reconocidas como: ARCOM, bomberos, cruz roja y Ministerio del Ambiente.

Los temas que deben ser expuestos son:

- Uso de equipo de protección personal.
- Riesgos laborales.

- Procedimientos a realizarse en caso de accidente o amenaza.
- Primeros auxilios.
- Buenas prácticas ambientales.
- Cuidado del ambiente (suelo y aire).

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1-Comunidades aledañas al proyecto.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones- Trabajadores.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente

Tabla 20.- Plan de comunicación, capacitación, educación ambiental

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL						
MEDIDA: Información impartida a trabajadores y comunidades aledañas a la Cantera. TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar a todas las personas involucradas en el proyecto sobre el plan de manejo ambiental. • Realizar capacitaciones a los trabajadores de la Cantera en temas relacionados a educación ambiental y seguridad industrial. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1-Comunidades aledañas al proyecto RESPONSABLE: Jefe de operaciones- Trabajadores						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Suelo- aire- comunidad	Contaminación suelo, aire. Problemas con la comunidad.	Información impartida a trabajadores y comunidad aledaña a la Cantera.	Número de reuniones realizadas. Número de capacitaciones dictadas.	Registro de asistencia a reuniones y capacitaciones. Registro fotográfico.	6	400

Fuente: López-Tonato

5.13.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

- Socialización del proyecto

Tipo de medida: Comunicación

Objetivo:

- Involucrar directamente a las comunidades El Belén y Santo Domingo de Cutuglagua sobre temas del proyecto para mejorar la comunicación entre jefes y población.

Descripción de la medida:

Realizar reuniones cada tres meses con representantes, autoridades y el promotor del proyecto para socializar las actividades que se desarrollan en la Cantera, y de qué forma estas pueden afectar positiva o negativamente a la comunidad.

El presidente de cada comunidad se encargará de comunicar al promotor del proyecto sobre ideas e inquietudes que posee la población.

Las vías por donde circulan las volquetas deben ser mejoradas por parte del promotor del proyecto para evitar impactos con la comunidad y el ambiente, las mismas que serán rellenas con material procedente de la Cantera.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1- Vías de acceso a la Cantera.

Responsable de ejecución: Promotor del proyecto- Trabajadores- Representantes de la Comunidad.

Control y monitoreo: Promotor del proyecto- Ministerio del Ambiente.

Tabla 21.- Plan de relaciones comunitarias

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS						
MEDIDA: Socialización del proyecto TIPO DE MEDIDA: Comunicación OBJETIVO: • Involucrar directamente a las comunidades El Belén y Santo Domingo de Cutuglagua sobre temas del proyecto para mejorar la comunicación entre jefes y población. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1-Vías de acceso a la Cantera RESPONSABLE: Promotor del proyecto- Trabajadores- Representantes de la Comunidad						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Comunidad	Problemas con la comunidad	Socialización del proyecto	Número de reuniones realizadas	Registro de asistencia a reuniones. Registro fotográfico.	6	300

Fuente: López-Tonato

5.13.5 PLAN DE CONTINGENCIA

- Control de vulnerabilidad y señalización en la Cantera.

Tipo de medida: Contingencia

Objetivo:

- Reducir el riesgo de accidentes presentadas durante el desarrollo de las actividades.
- Realizar un plan de acción en caso de presentarse eventos endógenos o exógenos en la zona del proyecto.
- Identificar la posible ubicación de señalética en distintos lugares de la cantera mediante un mapa para una mejor visualización.

Descripción de la medida:

Creación de brigadas de socorro integradas por el personal de la Cantera en el cual la persona designada como jefe de brigada se encargará de realizar las capacitaciones a su equipo en temas relacionados a accidentes y qué hacer ante ellos.

El jefe de brigada debe tener un registro de asistencia a las reuniones que se realizarán cada tres meses; cada reunión tendrá como objetivo comunicar a los trabajadores sobre posibles amenazas tanto endógenas (accidentes de vehículos de carga- derrame de sustancias peligrosas) y exógenas (incendios forestales- sismos) que se pueden suscitar ante el desarrollo de sus actividades laborales.

Realizar un formato de registro de accidentes donde incluya fecha, lugar del accidente, nombre de la persona afectada y descripción del accidente.

La ubicación de la señalética y zonas seguras se realizaron tomando como base la figura 16; donde se identifica lo antes mencionado diferenciado con colores distintivos como:

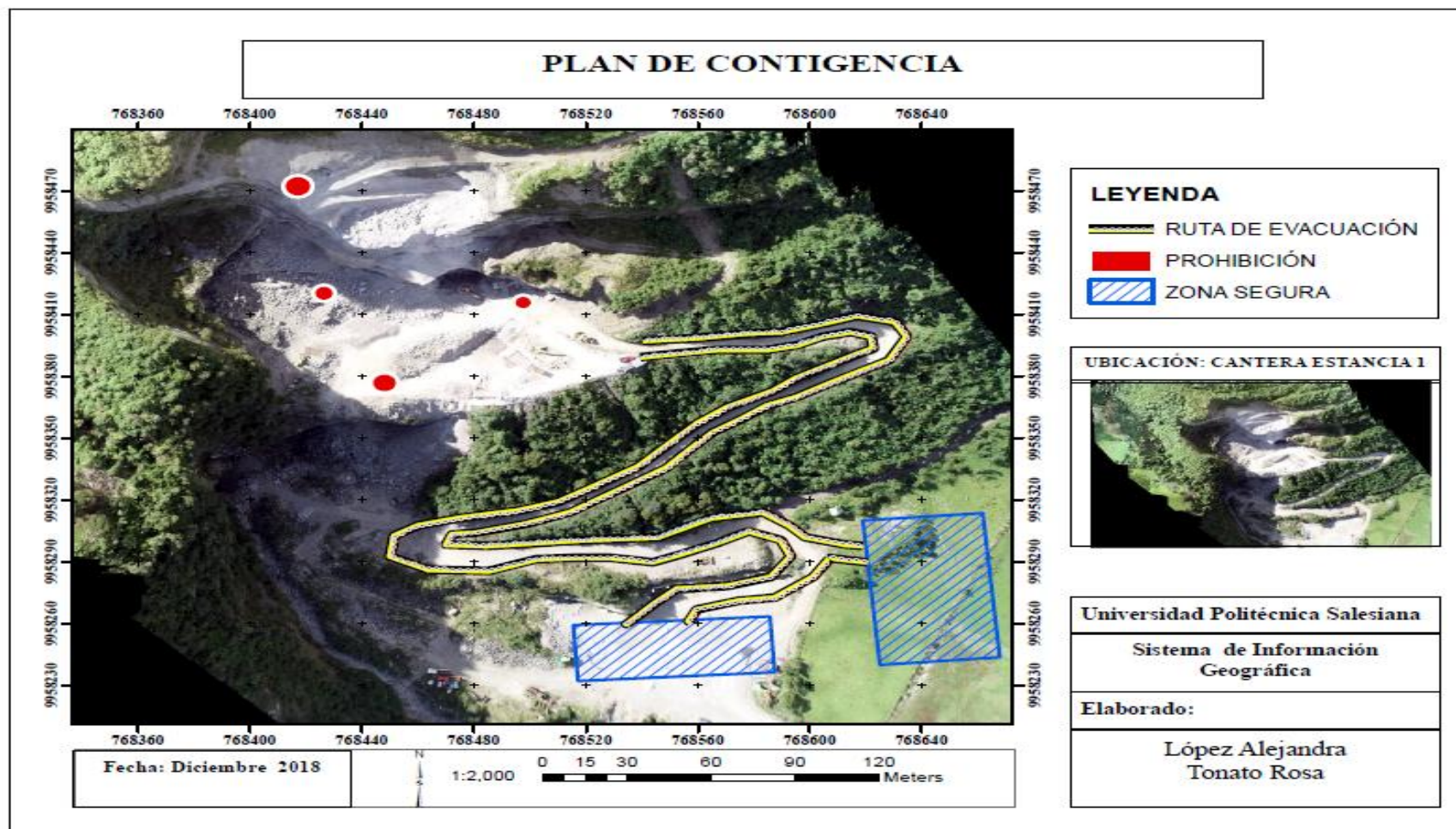
- **Señalética de prohibición:** Ubicado en zonas específicas donde se prohíbe el ingreso de personas no autorizadas; que se identifica con una simbología con círculos pequeños de color rojo.
- **Señalética de evacuación:** En el mapa se indica mediante una simbología que corresponde a una línea de color amarillo con negro; siendo el camino que guía hacia las zonas seguras.
- **Zona segura:** Se identificó esta zona por encontrarse al aire libre; además está ubicada a la entrada de la cantera lugar donde no existe ningún tipo de árboles o taludes que puedan caer sobre los trabajadores en caso de algún derrumbe de talud, en el mapa posee una simbología de rectángulos grandes de color azul.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones- Trabajadores.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente.

Figura 16.- Ubicación de señalética y zona segura



Fuente: López-Tonato

Tabla 22.- Plan de contingencia

PLAN DE CONTINGENCIA						
MEDIDA: Control de vulnerabilidad y señalización en la Cantera TIPO DE MEDIDA: Contingencia OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el riesgo de accidentes presentadas durante el desarrollo de las actividades. • Realizar un plan de acción en caso de presentarse eventos endógenos o exógenos en la zona del proyecto. • Identificar la posible ubicación de señalética en distintos lugares de la cantera mediante un mapa para una mejor visualización. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Incendios, riesgo de deslizamientos, accidentes del personal	Control de ubicación de señalética, zonas seguras y evacuación, mantenimiento de la maquinaria, simulacros	Procedimientos en caso de emergencia o amenaza.	Número de Personas capacitadas. Número de simulacros realizados. Número reuniones realizadas.	Registro de asistencia a reuniones, de accidentes y simulacros. Registro fotográfico(señalética).	6	200

Fuente: López-Tonato

5.13.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

- Zonas de riesgo laboral identificadas mediante un mapa.

Tipo de medida: Prevención

Objetivo:

- Desarrollar un sistema de seguridad y salud, con las respectivas medidas y procedimientos para evitar alguna pérdida o daño que se puede producir en la Cantera.
- Identificar zonas de riesgo laboral en la Cantera mediante un mapa.

Descripción de la medida:

El jefe de operaciones será el encargado de tener un control de todos los accidentes e incidentes que se pueden producir durante todas las fases del proyecto, mediante registros.

Se realizarán reuniones periódicas con el personal, con el objetivo de impartir la información sobre riesgos laborales que se pueden producir en la cantera.

Los lugares donde se deben tomar medidas preventivas son cuatro partes según se indica en la figura 17 (simbología con cuadrados de color rojo) empezando desde la parte superior: zona de volumen material fracturado, zona de volumen de material almacenado y finalmente las partes que se encuentran cercanas a la zona de volumen de material de zarandas.

Las medidas que se deben tomar son:

- Una adecuada utilización del equipo de protección durante las labores, especialmente mascarillas, para evitar la inhalación de polvo.

- Adquirir el equipamiento de primeros auxilios.
- Revisar que los extintores colocados en la cantera tengan un correcto funcionamiento.
- Utilización de equipos de protección auditiva en los trabajadores, debido a los ruidos provocados por la maquinaria, y así evitar problemas auditivos.

El jefe de operaciones de la Cantera se encargará de designar una persona responsable para supervisar que se realicen las inspecciones periódicas, en los lugares donde se encuentran las sustancias peligrosas almacenadas.

Los trabajadores deben cumplir con todas las normas y reglamentos de seguridad, en caso de que tengan alguna duda sobre el manejo o el mantenimiento de alguna maquinaria, este deberá acudir al supervisor, para adquirir la respectiva información.

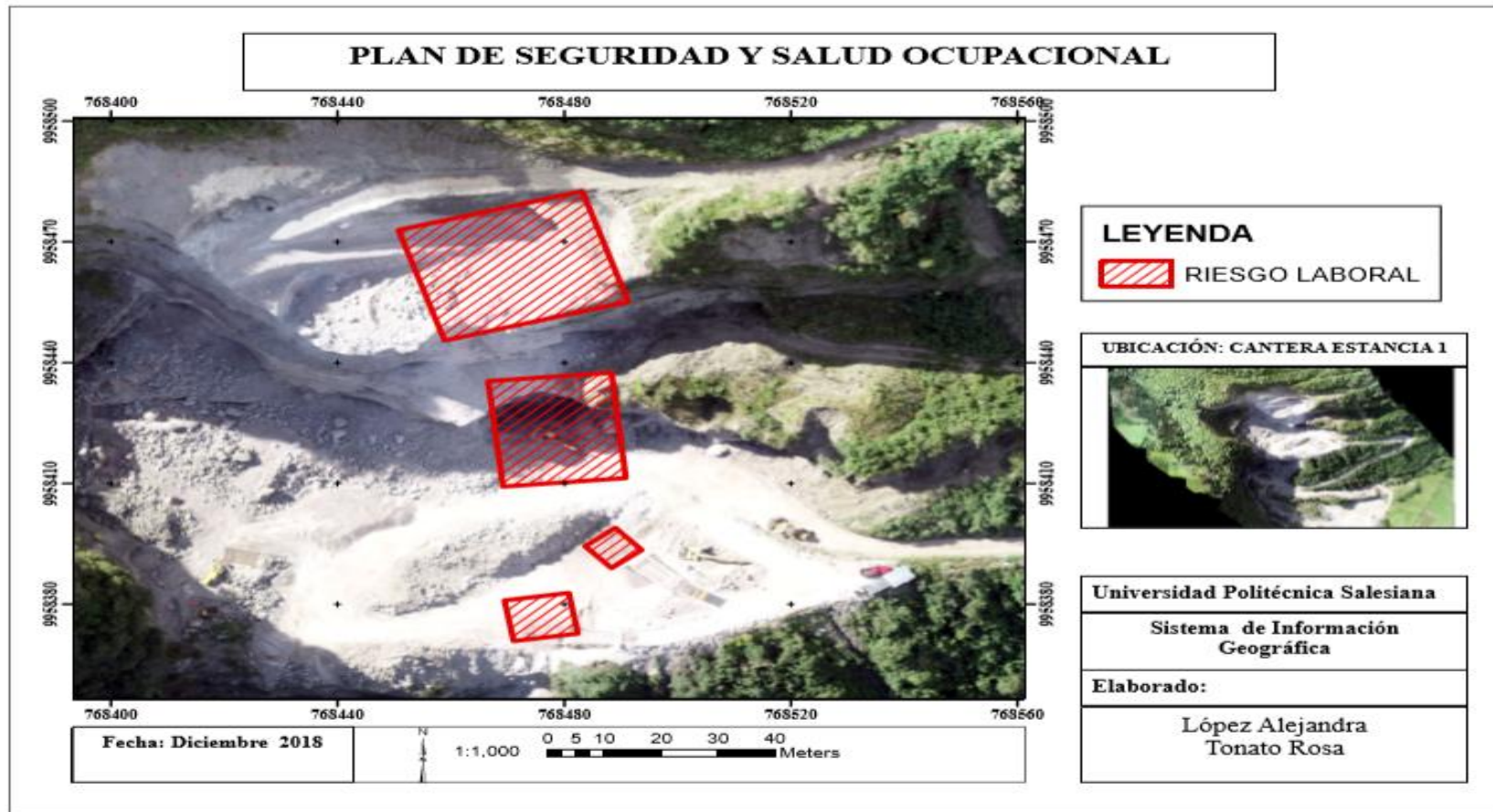
Asegurar que todos los trabajadores de la cantera se sometan a pruebas médicas, con el fin de verificar que están aptos para desarrollar el trabajo.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Jefe de operaciones- Supervisor.

Control y monitoreo: Jefe de operaciones- Ministerio del Ambiente.

Figura 17.- Ubicación de zonas de riesgo laboral



Fuente: López-Tonato

Tabla 23.- Plan de seguridad y salud ocupacional

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL						
MEDIDA: Zonas de riesgo laboral identificadas mediante un mapa. TIPO DE MEDIDA: Prevención OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un sistema de seguridad y salud, con las respectivas medidas y procedimientos para evitar alguna perdida o daño que se puede producir en la Cantera. • Identificar zonas de riesgo laboral en la Cantera mediante un mapa. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Jefe de operaciones-Supervisor-Ministerio del Ambiente						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Peligros que afecten a la vida humana	Accidentes e incidentes.	Las medidas y procedimientos en caso de algún accidente o incidente	Número de incidentes reportados. Número de accidentes reportados. Número de personas capacitadas.	Registro de accidentes e incidentes producidas. Registro de reuniones. Fotografías. Registro de entrega de equipo de protección al personal.	3	100

Fuente: López-Tonato

5.13.7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Monitoreo ruido y polvo

Tipo de medida: Verificación

Objetivo:

- Establecer las medidas necesarias para controlar la generación de ruido y polvo mediante puntos de monitoreo específicos en la Cantera Estancia 1.

Descripción de la medida:

Se realizarán los respectivos monitoreos de ruido y polvo para verificar que se encuentren en rangos bajos, estos se deben realizar en sitios específicos según la figura 18 (simbología círculos de color rojo) lo adecuado es monitorear en 4 puntos en la Cantera; los puntos de monitoreo serán:

- **Punto uno:** Ingreso a la Cantera.
- **Punto dos:** Zona de zarandeo.
- **Punto tres:** Zona de almacenamiento de material.
- **Punto cuatro:** Zona de extracción del material.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Ingeniero Ambiental- Promotor.

Control y monitoreo: Ministerio del Ambiente- GAD Mejía- Ingeniero Ambiental.

Figura 18.- Ubicación puntos de monitoreo ruido y polvo



Fuente: López-Tonato

Tabla 24.- Plan de seguimiento y monitoreo

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO						
MEDIDA: Monitoreo ruido y polvo TIPO DE MEDIDA: Verificación OBJETIVO: • Establecer las medidas necesarias para controlar la generación de ruido y polvo mediante puntos de monitoreo específicos en la Cantera Estancia 1. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Ingeniero Ambiental- Promotor						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Ruido Polvo	Contaminación del aire	Se realizará monitoreos para evaluar el componente aire	Número de monitoreos realizados para ruido y polvo.	Verificación fotográfica. Informe del monitoreo de: ruido y polvo.	3	500

Fuente: López-Tonato

5.13.8 PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

- Revegetación y recuperación de las áreas afectadas de la Cantera.

Tipo de medida: Rehabilitación de áreas intervenidas

Objetivo:

- Recuperar el suelo intervenido, mediante abono orgánico y material estéril.
- Identificar la zona de reforestación con la mayoría de las plantas endémicas del lugar, estas se las adquirirá de los viveros cercanas del proyecto.

Descripción de la medida:

Se realizará el relleno del lugar de explotación con un suelo que tenga gran cantidad de materia orgánica.

Luego se procederá a realizar la revegetación en las áreas donde se ha perdido la cobertura vegetal, con la finalidad de adquirir las condiciones similares antes de ser intervenido, utilizando las plantas endémicas del lugar según la figura 19 identificada con un rectángulo de color amarillo indica la zona de reforestación que prácticamente se debe realizar en la totalidad de la Cantera.

Si se construyó vías de acceso para la Cantera, estas deben ser revegetadas nuevamente.

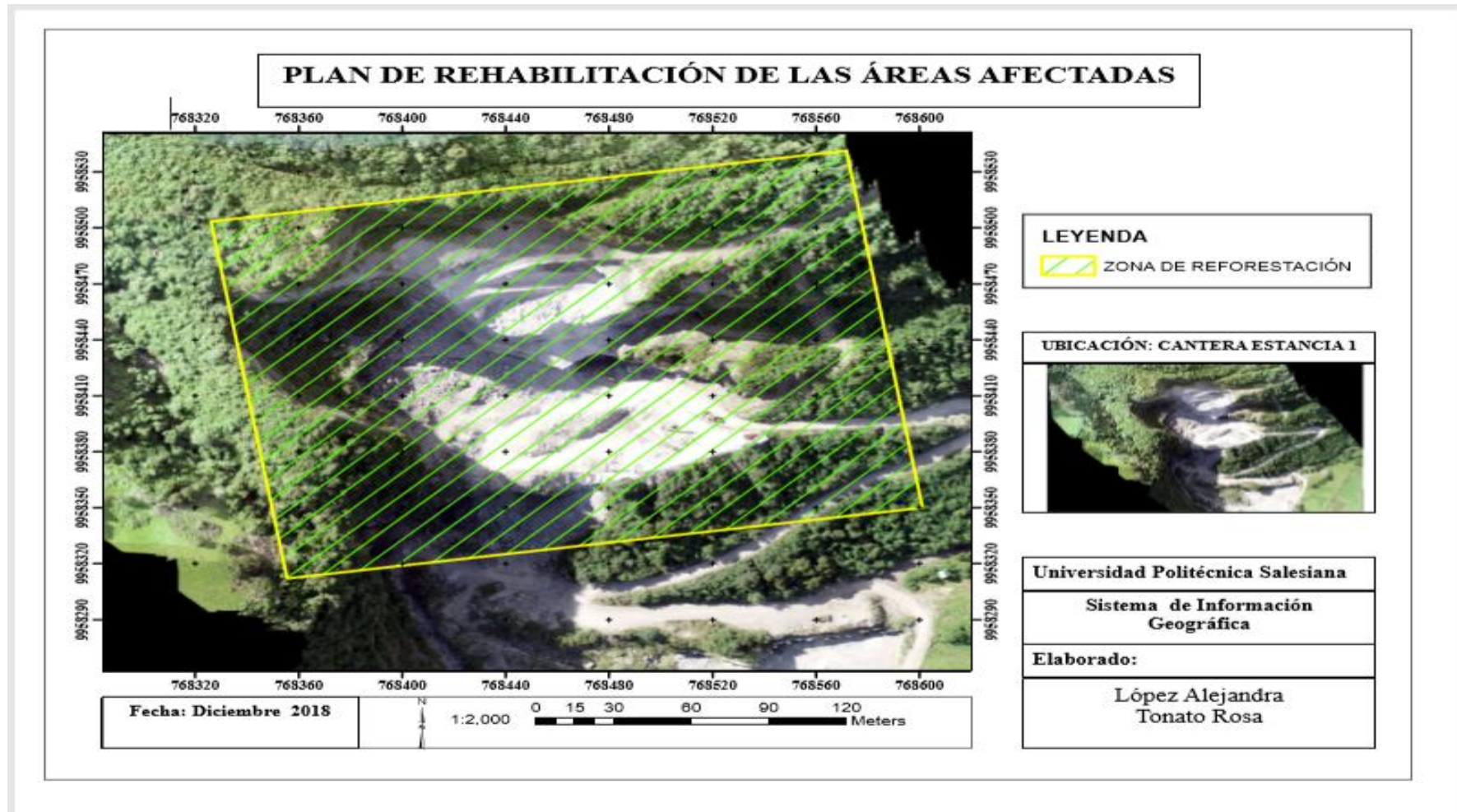
En caso de encontrar, alguna área del suelo contaminado, en el mismo se depositará material fértil, con la finalidad de poder recuperarlo.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Promotor – Técnico.

Control y monitoreo: Ministerio del Ambiente- GAD Mejía.

Figura 19.- Ubicación zona de reforestación



Fuente: López-Tonato

Tabla 25.- Plan de rehabilitación de las áreas afectadas

PLAN DE REHABILITACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS						
MEDIDA: Revegetación y recuperación de las áreas afectadas de la Cantera. TIPO DE MEDIDA: Rehabilitación de áreas intervenidas OBJETIVO: •Recuperar el suelo intervenido, mediante abono orgánico y material estéril. • Identificar la zona de reforestación con la mayoría de las plantas endémicas del lugar, estas se las adquirirá de los viveros cercanas del proyecto. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Promotor- Técnico						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Suelo Flora y Fauna	Alteración en la flora y fauna. Alteración en el suelo.	Revegetación y recuperación de las áreas afectadas de la Cantera.	Porcentaje de áreas revegetadas. Número de vías revegetadas.	Verificación fotográfica. Informe de los pasivos ambientales remediados.	12	400

Fuente: López-Tonato

5.13.9 PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

- Medidas adaptadas para el abandono y cierre de mina.

Tipo de medida: Abandono

Objetivo:

- Desmontar los equipos mobiliarios y las estructuras que se encuentran en el proyecto identificados en el mapa utilizada como base durante el desarrollo del estudio.
- Retirar todos los desechos generados en la Cantera Estancia 1 tanto de origen doméstico e industrial, con el fin de posteriormente ser clasificados, tratados y dispuestos.

Descripción de la medida:

El cumplimiento de este plan debe ser supervisado por el promotor del proyecto en donde se deberá desmontar la infraestructura generada durante la fase de desarrollo y explotación, y de igual manera todos los desechos, materiales inutilizables, que se generaron en el área de influencia del proyecto.

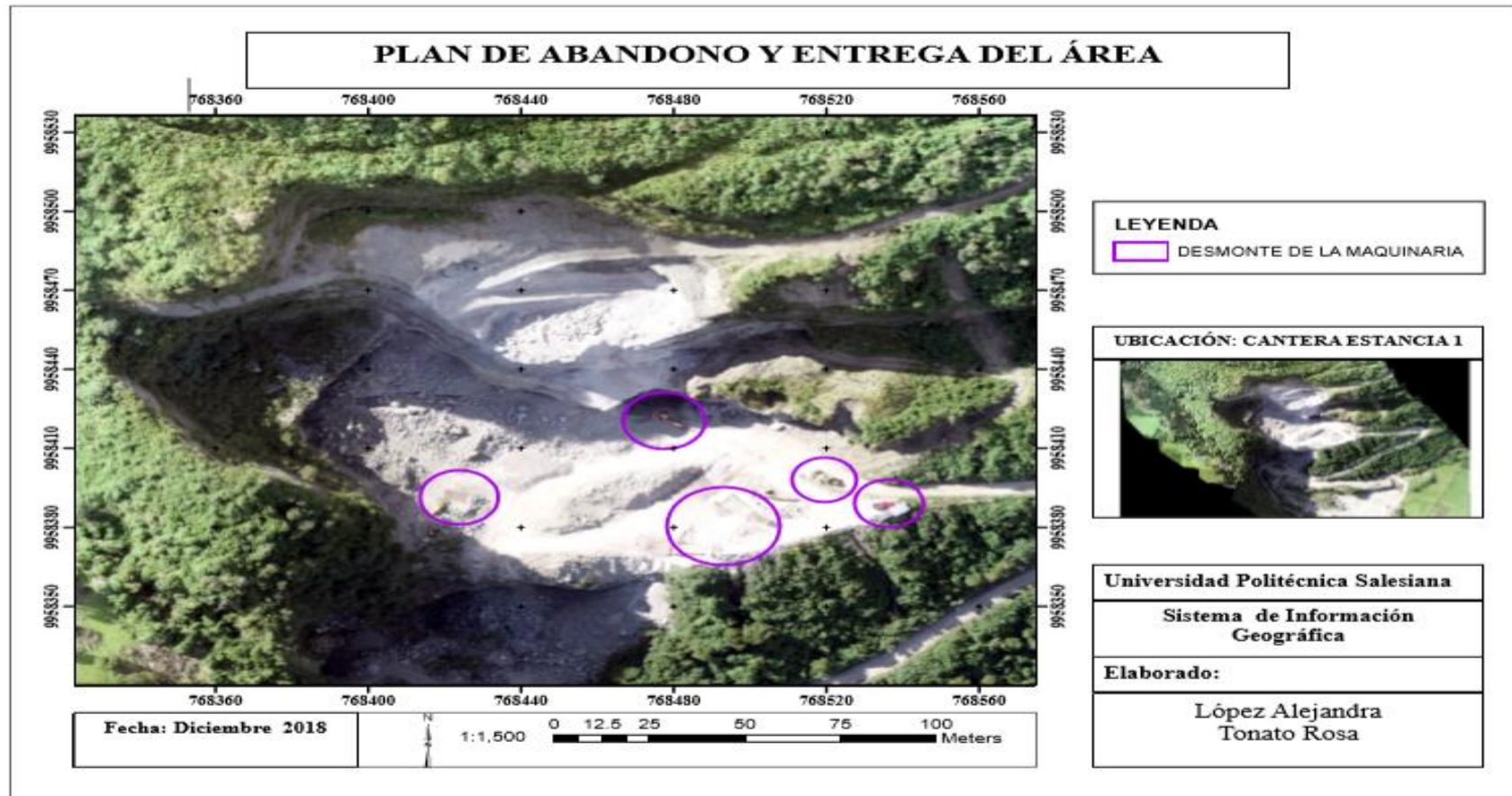
Posteriormente se realizará el desmonte de maquinaria en la figura 20, donde se visualiza la distribución de la maquinaria utilizada durante todas las etapas de explotación de la Cantera, las mismas que deben ser removidas al terminar la vida útil de la misma.

Lugar de aplicación: Cantera Estancia 1.

Responsable de ejecución: Promotor – Técnico.

Control y monitoreo: Ministerio del Ambiente- GAD Mejía.

Figura 20.- Desmonte de la maquinaria



Fuente: López-Tonato

Tabla 26.- Plan de abandono y entrega del área

PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA						
MEDIDA: Medidas adaptadas para el abandono y cierre de mina. TIPO DE MEDIDA: Abandono OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Desmontar los equipos mobiliarios y las estructuras que se encuentran en el proyecto identificados en el mapa utilizada como base durante el desarrollo del estudio. • Retirar todos los desechos generados en la cantera Estancia 1 tanto de origen doméstico e industrial, con el fin de posteriormente ser clasificados, tratados y dispuestos. LUGAR DE APLICACIÓN: Cantera Estancia 1 RESPONSABLE: Promotor- Técnico						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)	COSTO
Geomorfología/Fisiografía	Alteración en la flora y fauna. Alteración en el suelo	Medidas adaptadas para el abandono y cierre de mina.	Número de instalaciones desmontadas. Peso de desechos retirados.	Fotografías. Registro de los desechos retirados.	12	400

Fuente: López-Tonato

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En base al desarrollo del trabajo experimental enfocándose en las matrices realizadas de la Cantera Estancia 1, se encuentra en un rango de afectación correspondiente a compatible esto quiere decir que las actividades que realizan no producen daños irreversibles hacia el ambiente y las medidas a tomar deben ser prioritarias en la fase de explotación, para de esta forma minimizar los daños que se producen.
- La generación de mapas en los diferentes planes de manejo ambiental permite visualizar y determinar los lugares donde se deben ubicar señalética, zonas seguras en caso de sismos, zonas de almacenamiento de materiales peligrosos, zonas de reforestación y la ubicación de la maquinaria la misma que debe ser desmontada una vez terminada la vida útil; todos los elementos detallados anteriormente tienen que ser puestos en práctica para mejorar las actividades durante y después en la Cantera.
- El programa Pix 4D, ayudó al cálculo de los volúmenes encontrados en las zarandas, de igual manera del material almacenado y fracturado, de la Cantera Estancia 1 con la finalidad de obtener una cuantificación detallada del material existente en la misma, garantizando una extracción rentable y así ver el impacto que puede producir en la fase de explotación a través de las ortofotos.
- El drone utilizado en esta investigación fue de mucha importancia, ya que nos permitió llegar a lugares que fueron de dificultad, debido a la maleza y diferentes obstáculos encontrada en ella, las fotografías tomadas con este instrumento nos permitieron tener una clara visualización de la topografía de la

Cantera, generando datos con alta precisión, mediante los modelos digitales obtenidos.

- Mediante la ortofoto de la Cantera Estancia 1, se puede determinar que esta no tiene una explotación que abarque con todos los aspectos técnicos correspondientes, y de igual manera la falta de seguridad para el personal, ya que no cuenta con la facilidad de adquirir el equipo de protección por las respectivas autoridades de la Cantera.

6.2 Recomendaciones

- Las medidas propuestas en cada uno de los planes de manejo ambiental podrían ser consideradas en la Cantera Estancia 1 con la finalidad de mantener vigentes los diferentes permisos y además continuar con la planificación de la extracción del material pétreo, para no sobrepasar el límite de producción y cumplir con la norma establecida.
- El uso del programa Pix 4D y las ortofotos generadas en el mismo pueden ser tomados en cuenta como una herramienta para el cálculo de volumen en cualquier actividad minera proporcionando la facilidad y exactitud en los datos adquiridos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Backhoff, M., & Vásquez, J. (2017). *Procesamiento geo-informático de datos generados mediante drones para la gestión de infraestructura del transporter*. Retrieved from <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt490.pdf>
- Beatriz, & Silva. (2012). *Evaluación ambiental : impacto y daño* . Un análisis jurídico desde la perspectiva científica. Departamento de Estudios Jurídicos Del Estado EVALUACIÓN, Universida(tesis Doctoral).
- Bertran, Y. (2016). *Aspectos ambientales de la pequeña minería 3*. Retrieved from <http://minasresponsables.org>
- Calle, O., & Oñate, H. (2017). *Uso de dron en las labores topográficas en la mina calima del municipio de Manaure Cesar*. Retrieved from [http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/888/4/Uso de dron en las labores topográficas en la mina calima del municipio de Manaure Cesar.pdf](http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/888/4/Uso%20de%20dron%20en%20las%20labores%20topograficas%20en%20la%20mina%20calima%20del%20municipio%20de%20Manaure%20Cesar.pdf)
- Carvajalino, J. F. (2010). *Informe sobre planes de manejo ambiental*.
- Castiblanco, M. (2016). *Actualización de Plan De Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Carbodiamante Concesión 7241*.
- Consultora, V. (2014). *Estudio de impacto ambiental de las areas de libre aprovechamiento mina ambato código 290530 - Mina Ambato 2 código 290734 y Complejo Industrial*.
- Crespo, C., & Garmendia, A. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.

- Herrera, C. (2016). *Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera “Mina 2”, ubicada en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha*, 45–46.
- Ituango, H. (2017). *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental*. Retrieved from <http://www.hidroituango.com.co/proyectos/proyecto-hidroelectrico-ituango/38>
- Izquierdo, L., & Mesa, V. (2015). *Los drones su aplicación en el mundo de la comunicación*. Retrieved from <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1020/Los%20Drones.%20Su%20Aplicacion%20en%20el%20mundo%20de%20la%20comunicacion.%20.pdf?sequence=1>
- García, M. S. (2017). *Uso y aplicaciones de drones en minería*. Retrieved from <http://bio-digestores.blogspot.com.co/2012/06/uso-y-aplicaciones.html>
- Granero, J., & Sánchez, M. (2012). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Merchán, J. (2017). *Estudio de impacto ambiental de la consultoría “gestión integral de los desechos peligrosos” del Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí*. Retrieved from <https://maemanabi.files.wordpress.com/2017/09/estudio-de-impacto-ambiental-gestion-integral-de-los-desechos-infecciosos-del-gadm-portoviejo-corregido-2.pdf>
- Meza, A. (2013). *Estudio de impacto ambiental expost y elaboración del plan de manejo para la obtención de la licencia ambiental del Proyecto Minero Río Huimbí*.

- Meza, D.(2017). *Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones*. Retrieved from <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12555/Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20c%C3%A1lculo%20de%20reservas%20en%20minas%20a%20cielo%20abierto%20utilizando%20drones.pdf?sequence=1>.
- MINASEG. (2016). *Estudio de imapcto ambiental ex post del area minera “ Challiyacu ” código*.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2015). *Guía para la elaboración del plan de manejo ambiental para celdas emergentes de residuos y/o desechos no peligrosos y desechos sanitarios*.
- Muñoz, C. (2015). *Evaluación de reservas y diseño del sistema de explotación del área Minera Mary Elena Código: 102317*.
- Naranjo, M. (2015). *Plan de manejo ambiental del sistema de explotación a cielo abierto en el Area Minera CarolinaPparroquia Bella María Cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro*.
- Rodríguez, H. (2008). *Estudios de Impacto Ambiental*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Soria, D. (2016). *Diseño de explotación de la Cantera Río Granobles, ubicada en el Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha*.
- Tipan, M. (2014). *Caracterizacion de impactos ambientales y diseño del plan de manejo ambiental para la empresa de produccion de articulos publicitarios y promocionale*. PROSERGRAF. <https://doi.org/10.1192/bjp.205.1.76a>

Trilleras, M. (2016). *Plan de manejo ambiental de Fundación Educar Colombia*.

Zabaleta, S. M. S. (2017). *Determinación del VANT más adecuado para la optimización*

de los procesos de levantamiento topográfico y cálculo de volumen en Drummond

LTD-Mina Pribbenow. Retrieved from

[http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/894/1/Determinación](http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/894/1/Determinación%20del%20VANT%20más%20adecuado%20para%20la%20optimización%20de%20los%20procesos%20de%20levantamientos%20topogr.pdf)

[n del VANT más adecuado para la optimización de los procesos de levantamientos](http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/894/1/Determinación%20del%20VANT%20más%20adecuado%20para%20la%20optimización%20de%20los%20procesos%20de%20levantamientos%20topogr.pdf)

[topogr.pdf](http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/894/1/Determinación%20del%20VANT%20más%20adecuado%20para%20la%20optimización%20de%20los%20procesos%20de%20levantamientos%20topogr.pdf)

8 ANEXOS

Anexo A.- Ubicación de Zarandas



Fuente: López-Tonato

Anexo B.- Punto de Control



Fuente: López-Tonato

Anexo C.- Taludes de la Cantera



Fuente: López-Tonato

Anexo D.- Equipo RTK



Fuente: López-Tonato

Anexo E.- Puntos de referencia



Fuente: López-Tonato

Anexo F.- Zaranda Cantera



Fuente: López-Tonato

Anexo G.- Almacenamiento material pétreo



Fuente: López-Tonato

Anexo H.- Vías de acceso



Fuente: López-Tonato